

ప్రొఫెసర్ పి. ఎన్. పిచ్చముత్తుగారికి భూవిజ్ఞాన శాస్త్రరంగంలో విశేషమైన అనుభవం ఉంది. వీరు గ్లాస్గో యూనివర్సిటీలో పిహెచ్ డి., డి యస్ పి డిగ్రీలుపొంది, భూవిజ్ఞానశాస్త్రానికి సంబంధించిన శాఖలలో విశ్వవిద్యాలయాలలోనూ, ప్రభుత్వం లోనూ రకరకాల పదవులలో పనిచేశారు. ప్రస్తుతం బెంగళూరు యూనివర్సిటీలో U G C జీయాలజీ ప్రొఫెసరుగా ఉన్నారు. జియలాజికల్ సొసైటీ ఆఫ్ ఇండియా, రాయల్ సొసైటీ ఆఫ్ ఎడింబరో, ఇండియన్ ఆకాడమీ ఆఫ్ సైన్సెస్, సొసైటీ ఆఫ్ ఎకనామిక్ జియాలజిస్ట్స్ ఆఫ్ ఆమెరికా, సైన్స్ సొసైటీ ఆఫ్ మలయా, జియలాజికల్ సొసైటీ ఆఫ్ ఇండియావంటి అనేక సంస్థలలో ప్రొఫెసర్ పిచ్చముత్తుగారికి సంబంధం ఉంది. వీరు విరివిగా పర్యటించి, ద్వితీయతరంగా వైజ్ఞానికవ్యాసాలను జియోమార్పాలజీ, జియాలజీ, మినరాలజీ శాఖలలో ప్రచురించారు.

ఈ పుస్తకంలో శ్రీ పిచ్చముత్తు మనదేశపు భూగోళాన్ని భౌతికశాస్త్రదృష్ట్యా సామాన్య పాఠకులకు కూడా అర్థం అయ్యేటట్లు వివరించారు.



ఈ పుస్తక శ్రేణి గౌరవ సంపాదక సమితి

ప్రధాన సంపాదకులు

డా॥ డి వి కేస్కర్

ఆచార్య ఎమ్. ఎస్ థాకర్

వ్యవసాయము - సస్యశాస్త్రము

డా॥ ఎమ్. యస్. రన్ధావా, ఉపాధ్యక్షులు,  
పంజాబు వ్యవసాయ విశ్వవిద్యాలయము,  
లూథియానా.

డా॥ వి. పి. పాల్, డైరెక్టర్ జనరల్, భారతీయ వ్యవసాయ పరిశోధన సంస్థ, న్యూఢిల్లీ

సంస్కృతి

శ్రీ పి. మోషి, డైరెక్టర్ జనరల్, భారత దేశ పురాతత్వశాస్త్ర శాఖ, న్యూఢిల్లీ.

శ్రీ ఉమాశంకర్ జోషి, ఉపాధ్యక్షులు, గుజరాత్ విశ్వవిద్యాలయము, అహమ్మదాబాదు.

భూగోళశాస్త్రం

డా॥ ఎస్. పి. చటర్జీ, డైరెక్టర్, భారతీయ దేశపట సంస్థ, భారతదేశ విద్యాశాఖ, కలకత్తా

డా॥ జార్జి కురియన్, మాజీ భూగోళశాస్త్రాచార్యులు, మదరాసు విశ్వవిద్యాలయము, మదరాసు-5.

భూగర్భశాస్త్రం

శ్రీ పి. ఆర్. కృష్ణారావు, రిటైర్డ్ డైరెక్టర్ జనరల్ ఆఫ్ అబ్జర్వేటరీస్, భారత ప్రభుత్వము, న్యూఢిల్లీ

శ్రీ ఎస్. బాసు, రిటైర్డ్ డైరెక్టర్ జనరల్ ఆఫ్ అబ్జర్వేటరీస్, కోశాధిపతి, భారత జాతీయ విజ్ఞానశాస్త్ర సంస్థ, న్యూఢిల్లీ.

సాంఘిక శాస్త్రం, సాంఘిక విజ్ఞానము

ఆచార్య నిర్మల్ కుమార్ బోస్, కమిషనర్, ఆదిమశాస్త్రాల, ఆదిమవాసులశాఖ, న్యూఢిల్లీ

ఆచార్య వి. కె. ఎన్. మీనన్, మాజీ డైరెక్టర్, ఇండియన్ ఇన్స్టిట్యూట్ ఆఫ్ పబ్లిక్ ఎడ్యుకేషన్, న్యూఢిల్లీ.

డా॥ ఎస్. ఎమ్. కలే, డైరెక్టర్, దక్కను కళాశాల, హైద్రాబాద్ గ్రాడ్యుయేటు & రీసెర్చ్ ఇన్స్టిట్యూట్, హైద్రాబాద్

ప్రొ॥ పి. కె. గోకక్, డైరెక్టర్, ఇండియన్ ఇన్స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఎడ్యుకేషన్ స్టడీస్, సిల్లూ.

జంతు శాస్త్రం

డా॥ ఎమ్. ఎల్. రూనావార్, మాజీ ఉపాధ్యక్షులు, జోర్ పూర్ విశ్వవిద్యాలయం, జోర్ పూర్.

డా॥ సలీమ్ ఆలీ, ఉపాధ్యక్షులు, బాంబే నేషనల్ హిస్టరీ సొసైటీ, బొంబాయి

ఆచార్య బి. ఆర్. కేశావార, జంతుశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, ఢిల్లీ విశ్వవిద్యాలయము, ఢిల్లీ

భారతదేశమూ : ప్రజలూ

# భారతదేశపు బౌత్తిక భూగోళం

రచయితి

సి. ఎస్. విచ్చముత్తు

అనువాదము

“మహీధర”



నేషనల్ బుక్ ట్రస్ట్, ఇండియా  
న్యూ ఢిల్లీ



ఏప్రిల్ 1971 (చైత్ర 1893)  
*April 1971 (Chaitra 1893)*

© సి. ఎన్. పిచ్చయ్య, 1967

Rs. 4-50

రూ. 4-50

PHYSICAL GEOGRAPHY OF INDIA  
(Telugu)

PUBLISHED BY THE SECRETARY, NATIONAL BOOK TRUST, INDIA, NEW DELHI-16,  
AND PRINTED AT FREEDOM PRESS, 138-A, THIRUVOTHYUR HIGH ROAD, MADRAS-21.

## మున్నుడి

“భారతదేశమూ . ప్రజలు” అనే శీర్షికకింద నేషనల్ బుక్ ట్రస్టువారు ప్రచురించ ప్రయత్నిస్తున్న పుస్తకాలలో ఇది మరొకటి

భారత ప్రధాని శ్రీ జవహర్‌లాల్ నెహ్రూతో నేను జరిపిన ఒక సంభాషణ ఈ శీర్షిక అవతరించడానికి కారణమైంది. నేనీ విషయమై శ్రీ నెహ్రూతో ముచ్చటించగానే, ఆయన వెంటనే హృదయపూర్వకంగా మెచ్చుకుని, ఈ శీర్షిక విజయవంతం కావడానికి చాలా సూచనలు చేశారు. భారతదేశాన్ని గురించి ఇటువంటి పుస్తకాలు అనేకవిషయాల మీద వెలువడితే ఇవి మనదేశానికి సంబంధించిన ఏ సమాచారం కావాలన్నా విజ్ఞానసర్వస్వంలా, కాశ్వతగ్రంథాలయంగా ఉపకరిస్తాయనీ, విద్యావైజ్ఞానికరంగాలలో జాతీయపురోభివృద్ధికి చక్కని దోహదంచేస్తాయనీ శ్రీ నెహ్రూ అభిప్రాయపడ్డారు

ఈ శీర్షికకింద మనదేశానికి సంబంధించిన అన్నిరంగాలనుగురించీ వివరించాలని నిర్ణయమైంది. ముఖ్యంగా భూగోళము, భూవిజ్ఞానశాస్త్రము, వృక్షశాస్త్రము, జంతుశాస్త్రము, వ్యవసాయశాస్త్రము, మానవ విజ్ఞాన శాస్త్రము, సంస్కృతి, సాహిత్యము వగైరాలూ, మొత్తంమీద భారత దేశానికి సంబంధించిన ఏ సమాచారాన్నైనా సరే అందజేయగల గ్రంథాలయంగా ఇవి తయారుకావాలని మా ఆకాంక్ష. ఆ యా రంగాలలో నిష్ణాతులైనవారిచేత ఈ గ్రంథాలను వ్రాయించడానికి ప్రయత్నించాం. చదువనేర్చిన సామాన్యపాఠకులకు అర్థం అయేలా ఉండాలని శతధా ప్రయత్నించాం. భారతదేశానికి సంబంధించిన వివిధరంగాల సమాచారము, ప్రవీణులుకాని పరితలకు ఈ గ్రంథాలలో సులభశైలిలో లభిస్తుంది.

ఈ ఉద్యమనిర్వహణలో మనదేశంలోని వివిధశాస్త్రవేత్తల, పండితుల సహకారం లభించడం మా అదృష్టం. వారి సహాయ సహకారాలు లేకపోతే ఈ ఉద్యమం విజయవంతం కాకపోయేదే. ఈ గ్రంథాల ప్రచురణలో మాకు సహాయపడుతున్న గౌరవసంపాదక వర్గానికి మా కృతజ్ఞతలు.

ఈ గ్రంథంలో ప్రొఫెసర్ సి. ఎన్. పిచ్చముత్తు మనదేశ భూగోళాన్ని భౌతికదృక్పథంతో సామాన్యులకు అర్థం అయేలా వివరించారు. ప్రొఫెసర్ పిచ్చముత్తుగారికి భూగోళ, భూవిజ్ఞానశాస్త్ర రంగాలలో అనేకసంవత్సరాల అనుభవం ఉన్నది. భూఅకృతీతత్వము, భూవిజ్ఞానము, ఖనిజశాస్త్రమువంటి శాఖలలో వీరు అనేక వెళ్ళానిక వ్యాసాలను ప్రచురించారు.

బి. వి. కేస్కర్.

## విషయ సూచిక

	పేజీ
1. పరిచయం	1
2. మొదటి విషయం ఏమిటి	7
3. పటములు - వాటి తయారీ, ఉపయోగాలు	16
4. భూస్పృష్టములోని ఖనిజములు	26
5. భూస్పృష్టపు చలనములు	35
6. అగ్నిపర్వతములు - మాకంపములు	42
7. పర్వతములు - వాటి పుట్టుక	51
8. మైదానములు - పీఠభూములు	58
9. భూస్పృష్టపు సంరచన	67
10. భూమి చరిత్ర	73
11. భూమ్యాకృతిల చిత్రణము	86
12. ప్రవాహోదకం (పారేషీరు)	96
13. భూమిగతజలము, దాని పని	120
14. హిమనీనదులు, వాటిప్రభావము	129
15. సరస్సులు, చెత్తడినేలలు	139
16. సముద్రము, దాని చలనములు, పని	144
17. తీరరేఖలు - తీరస్థదృశ్యములు	156
18. పవనములు - వాటి పరిసంచరణము - వాటి పని	164
19. ఎడారులు, వాటి స్థలాకృతి	178
20. శీతోష్ణస్థితి, అందులోని రకాలు	180
21. శీతోష్ణస్థితి ననుసరించి వృక్షసంపద	192
22. నేలకోత - తత్ఫలితములు	200
23. భారతదేశపు స్థలాకృతి, సంరచనము	210

## కృతజ్ఞత

తమ పోబోగ్రావులను ఈ గ్రంథములో ప్రదు  
రించడానికి అనుమతించినందుకు ఈ క్రిందివారికి  
మా కృతజ్ఞత తెలుపుకుంటున్నాము .

డైరెక్టర్ జనరల్, సర్వే ఆఫ్ ఇండియా ,  
భూవిజ్ఞానశాఖ, బెంగళూరు యూనివర్సిటీ ,  
ప్రొఫెసర్ ఎస్. పి. చక్రవర్తి, మరియు  
సెంట్రల్ ఏరిడ్ జోన్ రిసెర్చ్ ఇన్స్టిట్యూటు.

ఒకటవ ప్రకరణం

ప రి చ యం

భూమియొక్క ఉపరితలాన్ని గురించి, దానిమీద బ్రతికే జీవరాసిని గురించి తెలిపే శాస్త్రాన్ని భూగోళశాస్త్రం అంటారు ఇందులో మళ్ళీ ఎన్నో శాఖలు ఉన్నాయి. వాటిలో మానవజీవితాన్ని దిద్దే భౌగోళికపరిస్థితులను వివరించే శాస్త్రాన్ని భౌతిక భూగోళశాస్త్రం అంటారు దీనిని గురించే ప్రస్తుతం ఈ గ్రంథంలో తెలుసుకుంటాం ఇందులో సందర్భాన్నిబట్టి ఇతర శాస్త్ర విషయాలను గురించి అనేకచోట్ల ప్రస్తావించడం జరిగింది అటువంటి వాటిలో భౌగోళశాస్త్రము, భూ విజ్ఞానశాస్త్రము, వాతావరణశాస్త్రము, భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రము ఇత్యాదులు ఉంటాయి.

భౌగోళిక భూగోళశాస్త్రం భూమిని ఒక గ్రహంగా పరిగణించి, పటముల తయారీని నిర్దేశిస్తుంది. భూమియొక్క సంచన ఎల్లా ఉందో, అందులోని ద్రవ్యాలు ఏమిటో, భూమి పైభాగం ఎల్లా ఉందో, యుగయుగాలుగా ఏ యే అంతర భాహరణక్తులు భూమిలో మార్పులు తీసుకువచ్చాయో మొదలైన విషయాలను గురించి తెలిపేది భౌతిక భూ విజ్ఞానశాస్త్రం వాతావరణానికి సంబంధించిన కొన్ని పరిస్థితులవల్ల వాయు జల మండలాలలో కదలికలు ఏర్పడి, శీతోష్ణాది పరిస్థితు లలో మార్పులు వస్తూఉంటాయి.

వాతావరణము, నీరు, భూమి ఆకృతులు - వీటికి సంబంధించిన పరిజ్ఞానం భౌతిక భూగోళంలో చేరుతుంది. స్థలిమండలంయొక్క పుట్టుకనూ, చరిత్రనూ గురించి చెప్పే భూ ఆకృతీతత్వశాస్త్రం కన్న ఈ భౌతిక భూగోళశాస్త్రం మరింత విస్తృతమైనది భూ ఆకృతీ తత్వశాస్త్రానికి, భూగోళశాస్త్రానికి చాలా దగ్గర పోలికలు ఉన్నాయి. కాని, ఒక్క భేదం ఉంది.

భూమిమీది నై సర్గికాకృతులను యథాతథంగా పరిగ్రహించి, వాటిని మాన వునియొక్క భౌతిక పరిసరాలలో ముఖ్యమైన విషయంగా భూగోళశాస్త్రజ్ఞుడు తీసుకుంటాడు. అసలు ఆ నై సర్గికాకృతులు ఎందుకు ఎల్లా ఏర్పడ్డాయో వివరించ వయ్యిస్తాడు భూ ఆకృతీ తత్వశాస్త్రం.

భూమిమీద కనబడే ఆనంతకోటి రూపవైవిధ్యాలూ, ఆకృతులూ, ప్రకృతి దృశ్యాలూ చూచి ఆనందించవచ్చు. అసలు ఆ ఆకృతులూ, ఆ వైవిధ్యాలూ ఏర్పడడానికి గల మూలకారణాలూ, పద్ధతులూ కనుక అర్థం చేసుకున్నట్లయితే ఆ ఆనందం ద్విగుణితం అవుతుంది. కనుక, భూమి ఉపరితలం మీది ఆకృతులను ఉన్నది ఉన్నట్లు సూచాయగా వర్ణించుకుపోవడంతోపాటు, వాటి పుట్టుక, అభివృద్ధికి సంబంధించిన మూలకారణాలను అన్వేషించడం చాలా అవసరం.

మనం నివసించే భూమి మొత్తంమీద ఇంచుమించు గోళాకారంలో ఉంది. ధ్రువముల దగ్గర కాస్త తప్పడగా ఉండి భూమి ఉపరితలం నున్నగా కాక కొన్ని చోట్ల పైకిలేచి పర్వతాలుగానూ, కొన్నిచోట్ల లోపలికి దిగబడి సముద్రాలుగానూ ఏర్పడి ఉంది. భూభాగం మహాసముద్రముల చేత విభక్తమై ఏడు ఖండాలుగా ఏర్పడి ఉంది.

చూగోళానికి మధ్యలో ద్రవరూపంలో ఉన్న క్రోడము (core) దానిచుట్టూ ఉల్లిపాయ పొరలలాగ వేరువేరు సాంద్రతలు కలిగిన గుల్లలు (shells) ఉన్నాయనీ శాస్త్రజ్ఞుల నమ్మిక. భూపృష్ఠం (crust) అనబడే గుల్ల, భూమిమీద అనింటికన్న పైన ఉంది. ఈ భూపృష్ఠం లోనే మళ్ళీ రెండు భాగాలు తేలికైన పైభాగంలో (సియాల్) ముఖ్యంగా గ్రెనైట్ అనబడే రాళ్లు ఉన్నాయి, బరువైన క్రింది భాగంలో (గేనీస్) బసాల్ట్ అనబడే రాళ్లు ఉన్నాయి. భూపృష్ఠపు పైభాగంలో అవసాదీయ శిలలు (sedimentary rocks) గల సన్నని పొర ఉంది. దీనిమీద నీటి పొర (మహాసముద్రాలు, సముద్రాలు, సరస్సులు) ఉంది. దీనిని జలావరణం (hydrosphere) అంటారు. వీటి నన్నింటినీ చుట్టి వాయుమండలం (atmosphere) ఉంది.

మనం ఖండములు (continents) అనేవి “సీమా” మీద తేలుతున్న బ్రహ్మాండమైన “సియాల్” తునకలు. ఈ ఖండములకు ఎల్లలు, మనకు పైకి కనిపించే సముద్రతీర రేఖలు కావు. సముద్రంలోపల మునిగిఉండే సియాల్ ఖండముల అంచులే అసలైన ఎల్లలు. సముద్రంలోకి చొచ్చుకుని ఏటవాలుగా ఉండే భాగాన్ని “ఖండేయ మగ్నతట భూమి” (continental shelf) అంటారు. దీని బయటి అంచు అంతమైన చోటి నుంచి “ఖండపు వాలు” (continental slope) అంటారు.

ఇది సియాల్ దిమ్మయొక్క అసలు ఎల్ల ఇది చటుక్కున బహువాలుగా కింకి దిగి “సముద్ర బాసి” (ocean basin) తో కలుస్తుంది

నేలమీద అత్యున్నత స్థలాలనూ, మహాసముద్రాలలో బహులోతైన ప్రదేశాలనూ చూస్తే రెండింటినూ దీర్ఘకృతమైన ఆకృతి కనిపిస్తుంది. పర్వతాలు పంక్తులుతీర్చినట్లూ, ముడతలుపడ్డట్లూ, పెగిలి జారినట్లూ ఉండే భాగాలతో ఒక కాలంలో భూమి విశేషంగా కదిలినట్లు తెలుస్తుంది ఇలాంటి పర్వతపంక్తులు ఉండే ప్రదేశాన్ని “చలన ప్రాంతాలు” (mobile belts) అంటారు. ఈ చలన ప్రాంతాలకు వెలుపల భూభాగాలు ఇంతకన్న స్థిరంగా ఉంటాయి.

ఖండాల, మహాసముద్రాల నిత్యత్వాన్ని (permanence) గురించి చిత్రమైన ప్రశ్న ఒకటి ఉంది యుగయుగాలనుంచీ ఈ ఖండాలూ, మహాసముద్రాలూ చలనంకేకుండా ఇప్పుడున్నట్లే ఉన్నాయా అన్నది అసలు ప్రశ్న. ఇవి ఎల్ల కాలమూ స్థిరంగాలేవనీ, బరువైన నీహా, మేంటల్ (mantle) మీద ఈ సియాల్ దిమ్మలు నెమ్మదిగా కదిలినట్లూ, ఆ కదలికలో కూడా ధ్రువములకు సాపేక్షంగానే కాకుండా తమలో తాము సాపేక్షంగా కూడా కదిలినట్లూ నిదర్శనాలున్నాయి. సుమారు 30 కోట్ల సంవత్సరాలకు పూర్వం ఇప్పుడిన్న భూభాగం అంతా ఒకే ఒక అవిచ్ఛిన్నమైన దిమ్మలాగ (దానిని పేంగాయా అంటారు.) ఉండేదని భావించబడుతోంది ఆఫ్రికా, దక్షిణ అమెరికా, అంటార్కిటికా, ఆస్ట్రేలియా, ఇండియాలు కలిసి ఉండిన భూభాగమును గోండ్వానా భూమి “గోండ్వానా లాండు” (Gondwanaland) అంటారు. ఈ భాగము చీలి చివరకు, చిన్న చిన్న ముక్కలుగా విడిపోయి, అవి దూరదూరంగా జరిగిపోయి, ప్రస్తుతం ఉన్న ఆకారాలలో ఖండాలుగా కనబడుతున్నాయి. ఈవిధమైన “ఖండ వహనము” (continental drift) ను సమర్థించే భౌగోళిక, భూ వైజ్ఞానిక నిదర్శనాలు చాలా దొరికాయి.

ఈ మహావిశ్వం పుట్టి సుమారు 500 కోట్ల సంవత్సరాలు అయి వుంటుందని అంచనా. భూ సృష్టం ఏర్పడి సుమారు 400 కోట్ల సంవత్సరాలు అయివుంటుంది. దీనితరువాత మరి కొంతకాలానికి భూమిమీద వానలు పడడం ప్రారంభించాయి. అప్పటినుంచీ భూవిజ్ఞాన చరిత్ర ప్రారంభమైనట్లుగా భావించవచ్చు.

రకరకాల ఖనిజములు (minerals) కలిసిన రాళ్లు చేరి భూసృష్టం ఏర్పడింది. విరివిష్టమైన పరమాణుసంరచన, రసాయన సంయోజనము కలిగి ప్రకృతి సహజంగా



ఏర్పడిన ఇనార్గానిక ద్రవ్యాన్ని ఖనిజము అంటారు. ప్రకృతిలో వందలకొద్దీ ఖనిజములు ఉన్నప్పటికీ, వాటిలో బహు కొద్దిభాగం మాత్రమే రాళ్లలో కలుస్తాయి. ఈ విధంగా రాళ్లలో కలిసే ఖనిజము లలో క్వార్ట్జ్, ఫీల్డ్ స్పార్, మైకా, ఏంఫిబోల్, పైరోక్సిన్, ఓలివైన్ అనేవి ముఖ్యమైన జాతులు.

భూపృష్ఠశీలలను మూడు జాతులుగా విభజించవచ్చు. (1) కరిగిన శిలా ద్రవం (మాగ్మా) గడ్డకట్టగా ఏర్పడ్డ గ్రెనైట్, బసాల్ట్ వంటి ఆగ్నేయ శిలలు (Igneous rocks) (2) నిలువ నీటిలో అడుగున మట్టిలాచేరి ఏర్పడ్డ ఇసుకరాయి, సున్నపురాయివంటి అవసాదీయ శిలలు (3) ఆగ్నేయ శిలలుగాని, అవసాదీయ శిలలుగానీ, వేడిమివల్లగానీ, వత్తిడివల్లగానీ లేదా రెంటివల్లగానీ మార్పులుచెంది ఏర్పడిన గ్నీస్ (gneiss), క్వార్ట్జ్ జైటు (quartzite) వంటి “కాయాంశరిత శిలలు” (metamorphic rocks).

ఆగ్నేయశీలలలో “బహిస్సాగ్రితములు” (extrusive), “అంతస్సాగ్రితములు” (intrusive) అని రెండు రకాలు. “లావా” అనే కరిగిన శిలాద్రవం అగ్ని పర్వతముఖంనుంచి బయటికి వెదజల్లబడితే అది బహిస్సాగ్రితం అవుతుంది. ఆగ్నేయ అంతస్సాగ్రితములలో పెద్దవి, చిన్నవి అసి మళ్ళీ రెండు రకాలు చిన్న అంతస్సాగ్రితములలో డైక్స్ (dykes), సిల్స్ (sills) అని రెండు విభాగాలు. నిటారుగా నిట్టనిలువు గోడలలా ఉండేవి డైక్స్. అడ్డంగా పలకల్లా ఉండేవి సిల్స్. పెద్ద అంతస్సాగ్రితము లలో శిలాద్రవం అత్యధికంగా ఉండడంచేత, నెమ్మదిగా చల్లబడి, గుగ్గులు గుగ్గులుగా ఏర్పడుతుంది. అటువంటి స్థూలకణీయ (coarse grained) శిలలను “ప్లూటోనిక్ శిలలు” (plutonic rocks) అంటారు. అగ్నిపర్వత శిలలు, చిన్న అంతస్సాగ్రితములు సూక్ష్మకణీయములు (fine-grained) అయి ఉంటాయి.

భూమి పైభాగాన ఉన్న శిలలకు గాలి, నీరు తగులుతూ ఉండడంచేత శిలలు రాసాయనికంగా మార్పుచెంది, ముక్కలై పొడిపొడి అయి, ఆ పొడి జలప్రవాహాలచేత మోసుకుపోబడి, మట్టిలా కిందికి దిగబడుతుంది. అవసాదీయ శిలలు ఏర్పడడానికి భూమి పైభాగాన్ని మార్చి, ప్రకృతి దృశ్యాలలో అనంతవైవిధ్యం కల్పించడానికి ఈ ప్రక్రియ తోడ్పడుతుంది.

అవసాదములలో రెండు ముఖ్య విభాగాలు వున్నాయి. (1) మల్వానిర్మిత (Detrital) అవసాదములు ఇందులో ఖనిజకణములు, గులకరాళ్లు, ఇసుక, మృత్తి కలుా ఉంటాయి. (2) రాసాయనిక అంగారక వదార్థ అవసాదములు. సున్నపురాళ్లు, బొగ్గు ఈ తెగకి చెందినవి. ఇటువంటి అవసాదములు గట్టిపడి అవసాదీయ శిలలు ఏర్పడుతాయి పొరలుగా ఏర్పడడం వీటి లక్షణం. ఒక్కొక్క పొర ఒక్కొక్క అవసాద ప్రక్రియాఫలితం. క్షితిజ సమాంతరంగా పొరలు ఏర్పడుతాయి. వేరు వేరు పొరలను విడదీసే సంస్తరణ తలములు (Bedding planes) అవక్షేపణ ప్రక్రియ లోని అంతర్గమలను (pauses) సూచిస్తాయి. పొరల దొంతరను ‘స్తరణము’ (Stratification) అంటారు

ఆగ్నేయశిలలు, అవసాదీయశిలలూ కూడా చలక్షేత్రములలో కప్పబడి ఉండి, అమితమైన ఉష్ణోగ్రతకూ, వత్తిడికీ, రసాయనిక ప్రక్రియలకు లోనుకావచ్చు. ఈవిధంగా కాయాంతరణం జరిగి, శిలలలో కొత్త ఖనిజములు చేరి, కొత్త రూపు రావచ్చు ప్రాంతీయమైన శిలలలో ఆగ్నేయ అంతస్సావ ఫలితంగా ఏర్పడ్డ వేడిమివల్ల సంపర్క కాయాంతరణం (contact metamorphism) జరుగుతుంది. వత్తిడి, ఉష్ణోగ్రత అత్యధికంగా ఉండే చలక్షేత్రములలో ప్రాంతీయ (regional) కాయాంతరణం జరుగుతుంది. ప్రాంతీయ కాయాంతరిత శిలల రూపురేఖలు ఫలక ములుగా, పిస్టోజుగా, కణీయములుగా, గ్నీసులుగా ఉంటాయి.

ఈవిధంగా వివిధభౌతిక రసాయనిక ధర్మాలు కలిగిన వివిధజాతుల శిలలు భూమి ఉపరితలం మీద ఉంటే గాలి, నీరు, మంచు, భూమ్యాకర్షణవంటివాటి శక్తులవలన అవి అశాచ్ఛాదితములు (denudation), అవక్షేపణం (deposition)వంటి ప్రక్రియ లకు లోనుకావడం జరుగుతుంది. దీనిని “అపక్షయం” (weathering) అంటారు. యాంత్రికరాసాయనిక ప్రక్రియా మిశితమైన ఈ అపక్షయ క్రియవల్ల పామాన్యంగా అవశేష (residual) అవక్షేపములు ఏర్పడతాయి. భూమి గతజల (ground-water) చలనములవల్ల స్రోతస్సులు (springs), ఉత్స్రుత (artesian) ద్రోణులు ఏర్పడుతాయి భూమిగతజలము వలని రసాయన ఫతితములు ద్రావణము (solution) లోనూ, అవక్షేపణం (deposition) లోనూ కనిపిస్తాయి. భూమి గతజలసంతృప్తం (saturated) అయిన శిలలు జారుడుగా అయి, భూమ్యాకర్షణవల్ల కదిలి, ఖండ ఖండములుగా విరిగిపోవచ్చు

భూమిమీద వర్షంరూపంలో నీరు పడుతుంది. ఆ నీరు ప్రవాహాలై నదులు ఏర్పడుతాయి. గురుత్వాకర్షణవల్ల నీరు ప్రవహిస్తుంది. వాలు ఎక్కువైనకొద్దీ ప్రవాహవేగం పెరిగి, అపరదనశీలం (erosive power) పెరుగుతుంది. ద్రావణ రూపంలోగానీ, ఘనపదార్థపుకణముల రూపంలోగానీ ద్రవ్యం నదులవల్ల మోసుకుపోబడుతుంది. వాలు తగ్గినందువల్లగానీ, జల ఆయతనం (volume) తగ్గినందువల్లగానీ ప్రవాహవేగం తగ్గి, పరివహితమయే పదార్థం కొంత దిగబడి పోతుంది.

ధ్రువప్రాంతాలలోనూ, పర్వతశిఖరలమీదనూ నీరు గడ్డకట్టి, హిమానీప్రవాహాలూ, హిమఫలకములూ ఏర్పడుతాయి. హిమ ప్రవాహాలవల్ల అపరదనము, పరివహనము (transportation), అనక్షేపణము జరిగి ప్రత్యేకమైన భూ ఆకృతులు ఏర్పడుతాయి.

వివిధకారణాలవల్ల ఏర్పడ్డ ద్రోణులలో సరస్సులు ఏర్పడుతాయి. నదుల యాంత్రికభారం చాలాభాగం వీటిలో నిక్షిప్తం అవుతుంది. ఏకారణంచేతనైనా బహిర్మార్గం (outlet) మూసుకుపోతే, వీటిలోని నీటిలో అంతకంతకు ఉప్పు ఆధికమై, ఉప్పువంటి సరస్సులు ఏర్పడుతాయి.

సముద్రాలవల్ల అపరదనము, పరివహనము, అనక్షేపణము జరుగుతాయి. ప్రవాహాలు (currents), పాటుపోట్లు (tides), నదులు సముద్రతీరాలను కోసి, వేదికలను ఏర్పరుస్తాయి.

వాతావరణశాఖా ఆవలోకనాలలో (meteorological observations) భూగోళ శాస్త్రజ్ఞునికి కావలసినవి ఉష్ణోగ్రత, వర్షపాతము, పవనములు (winds), ఆర్ద్రత (humidity), వర్షపాతము. వీటి ప్రభావంవల్లనే, వివిధ ఋతుధర్మాలు, వర్షపాతము, ప్రాంతీయ ప్రత్యేకతగల వృక్షనంపద నిర్ణీతములు అవుతాయి.

ముందు ప్రకరణాలలో స్థూలంగా పైనచెప్పిన భౌతిక భూగోళ విషయాలను గురించి వివరంగా తెలుసుకుంటాం. భూసంరచన, అందులోని ద్రవ్యాలు, భూమి అంతరంగంలోనూ, బయటనూ అనేక యుగాలుగా మార్పులు కలిగిస్తున్న వివిధ శక్తులూ, వంటి భూవిజ్ఞానశాస్త్ర మౌలిక సిద్ధాంతాలనుగురించి ఈ గ్రంథంలో ప్రత్యేకంగా తెలుసుకుంటాం. భూమియొక్క రూపురేఖలు వాటివల్లనే తీర్చి దిద్దబడుతాయి కనుక, వాటిని గురించి తెలుసుకోవడం ముఖ్యం.

## రెండవ ప్రకరణం

### మనం నివసించే భూమి

#### భూగ్రహం

సూర్యుడు, తొమ్మిదిగ్రహాలూ, వాటి ఉపగ్రహాలూ, లఘుగ్రహాలూ (asteroids) — ఇవి సౌరకుటుంబంలో ప్రముఖమైనవి ఈ కుటుంబ సభ్యులకు సూర్యుడు తండ్రివంటి వాడని ఒక సమీక మనభూమితోసహా గ్రహములు ఈ మహావిశ్వపు తొలిదశలో - నక్షత్రాలు పుట్టిన వెంటనే - పుట్టి ఉండవచ్చు

సౌరకుటుంబంలో భూమికిగల స్థానం సామాన్యమైనది ఇది సూర్యుడికి దగ్గరలో ఉంది, కాని మరీ అంత దగ్గరలో మాత్రం కాదు. ఇది ఒకపాటి చిన్న గ్రహమే కాని, బొత్తిగా చిన్నారి గ్రహమేమీ కాదు భూమికి సూర్యునికి మధ్య సరాసరి దూరం 1,486,460,000 కి.మీ ఇది భూబుధుల మధ్య దూరానికి సుమారు మూడురెట్లు ఇది నెప్ట్యూన్ - సూర్యుల మధ్య దూరంలో ముప్పైయవ వంతు మాత్రమే భూమివ్యాసం (12,742 కి.మీ) కుజగ్రహవాసానికి రెట్టింపు కొన్ని గురుగ్రహవ్యాసంలో పదోవంతుకన్న తక్కువ, సూర్యవ్యాసంలో వందవంతుకన్న తక్కువ.

భూమియొక్క సాంద్రత 5.52 (నీటి సాంద్రత = 1), ఇది శుక్రగ్రహ సాంద్రత (5.15) కన్న రవ్వంత అధికం సూర్యుని సాంద్రత (1.4) తోటి, శనిగ్రహసాంద్రత (0.7) తోటి పోల్చి చూస్తే భూమిసాంద్రత చాలా ఎక్కువ

#### భూమి వయస్సు

బహు పురాతనకాలంనుంచీ ప్రతిజాతిలోనూ భూమి పుట్టుకనుగురించి, సృష్టి సంవిధానాన్నిగురించి చిత్రమైన కథలు ఉన్నాయి ఆ కథలు అన్నీ ఈనాడు పిచ్చిపిచ్చిగా కనిపిస్తాయి తార్కికంగా ఆలోచించగల మేధావి అయిన మానవుడికి భూమిచరిత్ర అనేది సమాధానం దొరకని సవాలుగానే ఉంటూ వచ్చింది.

భూమి వయస్సును తెలుసుకోడానికి ఓగోళశాస్త్రజ్ఞులు, భౌతికశాస్త్రజ్ఞులూ చాలా ప్రయత్నాలే చేశారుగానీ, భూవిజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞలే మొట్టమొదటిసారిగా భూమి వయస్సు అనేకవందల మిలియన్ల సంవత్సరాలు అయి ఉండాలని నిర్ణయించగలిగేరు. భూమియొక్క రూపురేఖల క్రమాంతర పరిణామాన్నిబట్టి, అవసాదనమును (sedimentation), ఫాసిల్సు (fossils)ని చూచి తెలుసుకున్న జీవ పరి

జామపద్ధతిని బట్టి భూవిజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞులు ఈ నిర్ణయం చేయగలిగేరు మొట్టమొదట భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు భూమి వయస్సును చాలా తక్కువ అంచనా వేసినప్పుడు అది సరికాదని భూవిజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞులే వ్యతిరేకించవలసి వచ్చింది.

రేడియో ధార్మికత్వాన్ని (Radio activity) కనుగొన్నాక ఈ పరిశోధనలకు కొత్తరకం వట్టింది రకరకాలశిలలు ఎప్పుడెప్పుడు పుట్టేయో తెలుసుకోడానికి తగ్గ సాధనం కనిపెట్టబడింది. శిలల వయస్సు తెలియడంతో భూపృష్ఠపు వయస్సు, దానితో భూమి వయస్సు అంచనా వేయడం సాధ్యమైంది. ప్రకృతిలో కొన్ని మూలపదార్థాల పరమాణువులు రేడియోధార్మిక విచ్ఛిత్తిని పొంది కొత్త మూలపదార్థాలుగానూ, కొత్త ఐసోటోపులుగానూ మారిపోతాయి ఒక్కొక్క మూలపదార్థానికి ఒక్కొక్క విచ్ఛేదమైన ఖచ్చితమైన వేగంతో (రేటుతో) ఈ రేడియో ధార్మిక విచ్ఛిత్తి కొనసాగుతుంది. ఈ విచ్ఛిత్తిని కొలవగల పరికరాలు ఉన్నాయి శిలలలో గల ఐనిజాలలో ఒక రకమైన చిన్నారి రేడియో ధార్మిక “గడియారాలు” లాంటివి ఉన్నాయనీ, అవి కాలాన్ని కొలిచిపెడుతూ ఉంటాయట ఈ గడియారాలు చూపించే కాలాన్నిబట్టి ఆ శిలలవయస్సు తెలుసుకోవచ్చు. ప్రపంచంలో అన్నిచోట్లా శాస్త్రజ్ఞులు ప్రస్తుతం ఈవిధమైన రేడియో ధార్మిక కాల నిర్ణయం చేస్తున్నారు ఈ పద్ధతి ననుసరించి భూపృష్ఠంలోని శిలలు చాలాభాగం 350 కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం ఏర్పడ్డాయని నిర్ణయించారు కనుక ద్రవమాపంరో ఉండిన భూగోళపు పైపెచ్చు గట్టిపడి సుమారు 350 కోట్ల సంవత్సరాలై ఉంటుందని అంచనా వేశారు. భూమి వయస్సు సుమారు 350 కోట్ల సంవత్సరాలని భావింపబడుతుంది.

### భూమి ఆకారం

సుమారు 2500 ఏళ్ల క్రిందట సుప్రసిద్ధి గ్రీకు తత్వవేత్త పైథాగరస్ మన భూమి గోళాకారంలో ఉండిఉంటుందని ఊహించాడు భూమి నిజంగా గోళాకృతిలోనే ఉన్నదని క్రీ. శ 1519-1522 సంవత్సరాల మధ్య మాజిల్లాన్, డెల్ కానో అనే నావికులు ఓడలమీద చేపివచ్చిన భూప్రదక్షిణం ఋజువుచేసింది. ఈ రోజుల్లో రాకెట్లు కొద్ది నిమిషాలలో భూప్రదక్షిణాలు చేసి, భూమిని ఫోటోలు తీసి మనకు తెచ్చి ఇస్తున్నాయి. ఆ ఫోటోలలో భూమి గుండ్రంగా ఉన్నదని స్పష్టంగా కనిపిస్తోంది. నిజానికి భూమి నిర్దుష్టమైన గోళం కాదు. భూమి తన చుట్టూ తాను తిరగడంవల్ల ఏర్పడే వికేంద్రద్రవ్యశక్తి (centrifugal force) భూకేంద్రంనుంచి బయటిపని చేస్తుంది. ఈశక్తి భూమధ్యరేఖదగ్గర అత్యధి

కంగా ఉంటుంది. కనుక ఈ శక్తివల్ల భూమధ్యరేఖదగ్గర ఉబ్బెత్తుగానూ, ధ్రువాలదగ్గర చదునుగానూ ఉంటుంది. ధ్రువాక్షము (polar axis) 12,713.8 కి.మీ. ఉంది. విషువద్యాసం (equatorial diameter) (12,756.8 కి.మీ.) కన్న ధ్రువ వ్యాసం 43 కి.మీ. తక్కువ.

భూగోళాన్ని గురించిన కొన్ని వివరాలు

పరిమాణము, ఆకృతి

విషువత్ వ్యాసార్థం (equatorial semi-axis)	6,374.4 కి.మీ.
ధ్రువ వ్యాసార్థం (Polar semi-axis)	6,356.9 కి.మీ.
సరాసరి వ్యాసార్థం	6,371.0 కి.మీ.
విషువత్ పరిధి (equatorial circumference)	40,077.0 కి.మీ.
ధ్రువపరిధి	40,009.0 కి.మీ.

వైశాల్యం

భూభాగం (29.22%)	149 మిలియను చ. కి. మీ.
సముద్రాలు, మహాసముద్రాలు (70.78%)	361 ..
మొత్తం భూమి ఉపరితలవైశాల్యం	510 ..

మందము - సాంద్రత

	సరాసరిమందం లేక వ్యాసార్థం కి.మీ.	సరాసరి సాంద్రత గ్రా/సెం.మీ.
సముద్రాలు, మహాసముద్రాలు	3.8	1.03
భూపృష్ఠం (ఖండేయమగ్నతట భూమితోసహా)	35.0	2.8
సముద్రపృష్ఠం (ఖండేయమగ్నతట భూమితీసివేస్తే)	8.0	2.9
మేంటిల్	2881.0	4.53
క్రోడము	3478.0	10.72
మొత్తం భూమి	6371.0	5.517

## భూ భాగం

అన్నింటికన్న ఎత్తైన ప్రదేశం (ఎవరెస్టు శిఖరం)	8,848 మీ.
సరాసరి ఎత్తు	840 మీ

## మహాసముద్రం

అన్నింటికన్న లోతైన ప్రదేశ్ (మరియానాస్ త్రెంచి)	11,035 మీ
సరాసరి లోతు	3,808 మీ.

## భూమి పొరలు

భూగోళాన్ని స్థూలంగా చూస్తే మధ్యలో ఒక రాతిబంతి, దానిచుట్టూ విచ్ఛిన్నంగా (discontinuous) జలమండలం అనబడే నీటిపొర, వీటి నన్నిటిని చుట్టి వాయుమండలం అనబడే గాలిపొర ఉన్నట్లు కనిపిస్తాయి.

వాయుమండలం లో రకరకాల వాయువులు, బాష్పములు (vapours) ఉండి, భూమిని అన్నివైపులా కమ్ముకుని ఉన్నాయి ఇందులో ముఖ్యంగా ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, స్వల్పంగా నీటిఆవిరి, కార్బన్ డైఆక్సైడ్లు, ఆర్గానువంటి జడవాయువులూ ఉన్నాయి. ఈ వాయుమండలంలోనే శీతోష్ణాదివాతావరణ పరిస్థితులు, పవనములు, వానలు, మంచు మొదలైనవి ఏర్పడతాయి. వాయుమండలంలో పైకివెళ్ళినకొద్దీ ఉష్ణోగ్రత అతివేగంగా తగ్గిపోవడం మొదలుపెడుతుంది. ఈ భాగాన్ని ఖోభమండలం (Troposphere) అంటారు. ఇక్కడే మేఘాలు ఏర్పడతాయి సంవయనము (convection) అధికంగా ఉంటుంది.

భూమి ఉపరితలం లో సుమారు 3/4 వ వంతున ఆక్రమించుకున్న మహాసముద్రాలు, సముద్రాలు, సరస్సులు, నదులు - వీటిని జలమండలం అంటారు. భూమి లోపలకూడా కొన్నివందల మీటర్ల లోతుదాకా భాగీప్రదేశాలనూ, రాళ్ళమధ్య నెరియలనూ ఆక్రమించుకుని నీరు ఉంటుంది దీనిని భూమిగతజలం (పాతాళగంగ) (ground water) అంటారు. నూతులకూ, బుగ్గలకూ నీరు ఇందులోనుంచే వస్తుంది.

భూగోళపు పై భాగంలో ఘనపదార్థంగా ఉన్న పొరను స్థలమండలం (lithosphere) అంటారు. ఇందులో రకరకాల రాళ్లు ఉంటాయి. ఈ స్థలమండలంలో అన్నింటికన్న పైపొరలో మట్టి ఉంటుంది.

విశ్వసృష్టిని గురించి చర్చించే సిద్ధాంతాలు చాలామట్టుకి భూగోళం ఒక కాలంలో ద్రవరూపంలో ఉండేదని చెప్తాయి. ద్రవరూపంలో ఉన్న భూగోళంలో ద్రవముల సాంద్రతాభేదములను బట్టి పొరలుగా ఏర్పడ్డాయి. అన్నింటికన్న బరువైన ఇసుము, నికెల్ వంటి ధాతువులు భూకేంద్రం దగ్గరకు చేరుకున్నాయి అదే క్రోడము (core). ఇక్కడి సరాసరి సాంద్రత  $10.72$  ఒకపాటి తేలికైన సిలికేటు ఖనిజములు భూగోళపు పైభాగానికి చేరి భూపృష్ఠం ఏర్పడింది. ఈ భాగంలో సరాసరి సాంద్రత  $2.85$ . భూపృష్ఠానికి క్రోడానికి మధ్యనున్న భాగాన్ని మేంటల్ (mantle) అంటారు. బరువైన రాళ్లు ఇందులో చేరాయి. దీని సరాసరి సాంద్రత  $4.53$ . భూపృష్ఠానికి మేంటల్ కి మధ్య సరిహద్దు విచ్చిన్నంగా ఉంటుంది. దీనిని మొహరోవిసిక్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొన్నాడు. కనుక దీనిని మొహరోవిసిక్ విచ్చిన్నత అంటారు భూకంపతరంగాలు ఈ మొహరోవిసిక్ విచ్చిన్నత తలానికి పైన సెకనుకి  $7.2$  కి మీ. వేగంతోనూ, ఈ తలానికి దిగువను  $8.1$  కి మీ. వేగంతోనూ ప్రయాణం చేస్తాయి.

### భూపృష్ఠము

భూపృష్ఠంలోని శిలలను రెండు వర్గాలుగా విడదీయవచ్చు

(1) తేలికైన గ్రనైట్ వంటి ఆమ్లశిలలు (acid rocks) తత్సంబంధమైన ఇతరశిలలు, సైకతశిలలు (sand stones,) షేల్స్ (shales) వంటి అవసాదీయ శిలలు (sedimentary rocks) కలిసి ఉన్న భాగం. దీని సరాసరి సాంద్రత  $2.7$ . ఈ శిలలలో పిలికా, అల్యూమినియా అధికంగా ఉండడంచేత భూపృష్ఠంలోని ఈ శిలల నన్నింటినీ “సియల్” (Sil = Si + al = Silica + Alumina) అనే స్మరణోపకారి (mnemonic) అయిన పేరుతో వ్యవహరిస్తారు

(2) నల్లని బరువైన ఔరశిలలు (basic rocks) ఉన్న భాగం. ఇందులో ముఖ్యంగా బసాల్ట్, తత్సంబంధమైన శిలలు ఉంటాయి. వాటి సరాసరి సాంద్రత  $2.8$  కి  $3.0$  కి మధ్యలో ఉంటుంది. ఇందులో ఇంకా బరువైన,  $3.4$  సాంద్రత కలిగిన అతిఔరీయ (ultra basic) శిలలు కూడా ఉంటాయి. ఈ శిలలలో అత్యధిక భాగం సిలికా, మగ్నెస్ ఆక్సైడు, మెగ్నీషియా ఉంటాయి. వీటి నన్నింటినీ కలిపి “సీమా” అనే స్మరణోపకారిక నామంతో వ్యవహరిస్తారు (Sima = Si + Ma = Silica + Magnesia)



లోతైన మహాసముద్రాల నేలమీద సియాల్ మచ్చుకైనా కనబడదు. విచ్చిన్న సియాల్ పొరకింద అన్నిచోట్లా సీమా పొర ఉంటుందని పూర్వం అమలులో ఉన్న భావం సరియైనది కాదు. ఖండపృష్ఠంలో సియాల్, బసాల్ట్‌లను ఒకదానితో ఒకటి కలిసిపోయి ఉంటాయి కనుక, ఖండములకు కింద ప్రతిచోటా బసాల్ట్ పునాది ఉండితీరాలని ఏమీలేదు. కాని, సామాన్యంగా ఖండపృష్ఠం క్రింద బసాల్ట్లు, తదితర షేరీయాలను విరివిగా ఉంటాయి

### భూచలనములు - తత్ఫలితములు

భూమికి మూడు ముఖ్యమైన చలనా లున్నాయి. యానత్తు సౌరకుటుంబంతో బాటుగా భూమి అంతరిక్షం (space) లో ప్రయాణం చేస్తోంది సూర్యునిచుట్టూ 365.25 రోజుల కొక్కొక్క ప్రదక్షిణం చేస్తోంది, ఇందుమించు వృత్తాకార కక్ష్యలో, భూమి తనచుట్టూ తాను 24 గంటల కొకసారి తిరుగుతోంది భూమి తనచుట్టూ తాను తిరిగే ఇరుసు నిజానికి భూకేంద్రంనుంచి వెళ్ళే ఒక ఊహారేఖ మాత్రమే. ఘూర్జనాక్షం (axis of rotation) భూమి ఉపరితలాన్ని ఖండించే బిందువులను ఉత్తర దక్షిణధ్రువాలు అంటారు. భూమధ్యరేఖ అనేది ధ్రువములకు సరిగ్గా మధ్యగా భూగోళం చుట్టూ గీసిన ఊహారేఖ. ఇది భూమిని రెండు సరిసమానమైన అర్ధగోళాలుగా విడదీస్తుంది.

భూమియొక్క ఘూర్జనం (rotation) వల్ల రాత్రి, పగలు ఏర్పడుతాయి. భూమి సూర్యునిచుట్టూ తిరిగే కక్ష్యతలానికి సరిగ్గా లంబంగా భూ ఘూర్జనాక్షం ఉండిఉంటే భూగోళంమీద అన్నిచోట్లా అన్ని కాలాలలోనూ, దివారాత్రాలు ఒకే పొడవు కలిగివుండేవి. పైగా ఏ అక్షాంశంమీద చూచినా ఏడాదిపొడుగునా ఒకే ఋతువు ఉండేది. కాని భూ ఘూర్జనాక్షం కక్ష్యతలానికి లంబంగా కాక 23½ డిగ్రీలు వక్రంగా వంగి ఉంది. భూమి సూర్యునిచుట్టూ తిరిగే కక్ష్యతలాన్ని “క్రాంతి వృత్తం” (Ecliptic) అంటారు. భూమి సూర్యునిచుట్టూ తిరుగుతూ ఉంటే ఉత్తర దక్షిణధ్రువాలు మాత్రం ఎల్లప్పుడూ నక్షత్రమండలంలో ఒకే స్థిరమైన దిశను సూచిస్తూ ఉంటాయి, ఉత్తరార్ధగోళంలో వేసవి ఆయనప్పుడు ఉత్తరార్ధగోళం సూర్యాభిముఖంగా ఉంటుంది; శీతాకాలంలో సూర్యునికి పరాఘ్నిఖంగా ఉంటుంది భూమి ఇరుసు వంగియుండడంచేత మధ్య . అక్షాంశదేశా

లలో వసంతము, గ్రీష్మము, శిశిరము, హేమంతము అనే నాలుగు నిర్దిష్టమైన ఋతువులు ఏర్పడుతాయి. ఉత్తర దక్షిణధ్రువప్రాంతాలలో 6 నెలలు పగలు, మిగిలిన ఆరునెలలు రాత్రి. ఈ పరిస్థితి  $66\frac{1}{2}^{\circ}\text{N}$  కి ఉత్తరాన,  $66\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}$  కి దక్షిణాన ఉంటుంది. ఈవిధమైన అవిచ్ఛిన్న దివారాత్ర ప్రదేశాల సరిహద్దు అక్షాంశరేఖలను ఆర్కిటిక్ వృత్తము, అంటార్కిటిక్ వృత్తము అంటారు.

ఋతుభేదములు కలగడమూ, ధ్రువప్రాంతల సుదీర్ఘమైన రాత్రివిలపళ్లు ఉండడమూ - వీటికి కారణం భూమిమీద వివిధఅక్షాంశాల దగ్గర లభించే వేడిమి, వెలుగులలో భేదాలు ఉండడమే. భూమిమీద సూర్యకాంతి సరిగ్గా అర్ధభాగం మీద పడుతుంది ఎల్లప్పుడూ సంవత్సరంలో మూడు ప్రత్యేకదినాలలో భూమిమీద సూర్యకాంతి ఏవిధంగా పడుతుందో పరిశీలిద్దాం.

జూన్ 21-వ తేదీని భూఅక్షపు ఉత్తరపుకొన - అంటే ఉత్తరధ్రువం - సూర్యునివైపు వంగి ఉంటుంది. ఆర్కిటిక్ వృత్తం పూర్తిగా వెలుగులో ఉంటుంది. అంటార్కిటిక్ వృత్తం పూర్తిగా చీకటిలో ఉంటుంది ఉత్తరార్ధగోళంలోని అక్షాంశరేఖలలో సగానికి పైగా సూర్యకాంతిలో ఉంటాయి, దక్షిణార్ధగోళంలో సగానికి పైగా చీకటిలో ఉంటాయి.

మార్చి 21, సెప్టెంబరు 22 తేదీలలో భూమి ఇరుసు సూర్యకిరణాలకి లంబంగా ఉంటుంది దివారాత్రాలపొడవు భూమిమీద అంతటా సమానంగా (12 గంటలు) ఉంటుంది. ఈ రోజులను విషువములు (*equinoxes*) అంటారు. (*equinoxes* అంటే *equal nights* అని అర్థం).

డిసెంబరు 22-వ తేదీని ఉత్తరార్ధగోళం సూర్యునికి దూరంగా వంగిఉంటుంది. కనుక, అక్కడ పగలు జూన్ 21 నాటికన్న కురుచగా ఉంటుంది. ఈ సమయంలో దక్షిణార్ధగోళం సూర్యాభిముఖంగా ఉంటుంది. కనుక అక్కడ పగలు దీర్ఘతమంగా ఉంటుంది

మార్చి 21 న భూమధ్యరేఖమీద నడినెత్తిన ఉన్న సూర్యుడు క్రమంగా ఉత్తరానికి జరుగుతున్నట్లు కనిపిస్తాడు. ఆఖరికి జూన్ 21 న సూర్యుడు  $23\frac{1}{2}^{\circ}\text{N}$  అక్షాంశంమీద స్థిరంగా ఉన్నట్లు కనిపిస్తాడు. తరువాత మళ్ళీ దక్షిణానికి కదులుతాడు. ఉత్తరార్ధగోళంలో సూర్యుడు ఈవిధంగా స్థిరంగా ఉండడాన్ని “కర్కటక

సంక్రమణం" (*summer solstice*) అంటారు.  $23\frac{1}{2}^{\circ}\text{N}$  అక్షాంశాన్ని కర్కటకరేఖ (*Tropic of Cancer*) అంటారు. (tropic అంటే turning point అని అర్థం) ఇదేవిధంగా డిసెంబరు 22 న సూర్యుడు  $23\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}$  అక్షాంశరేఖ దగ్గర స్థిరంగా ఉన్నట్లు కనబడుతాడు. దీనిని "మకర సంక్రమణం" (*winter solstice*) అంటారు.  $23\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}$  అక్షాంశాన్ని "మకరరేఖ" (*Tropic of Capricorn*) అంటారు.

కర్కటక మకరరేఖలకు మధ్యగల భూభాగాన్ని ఉష్ణమండలం (*Torrid Zone*) అంటారు. కర్కటకరేఖకీ, ఆర్కిటిక్ వృత్తానికీ మధ్యగల స్థలాన్ని ఉత్తర సమశీతోష్ణమండలం (*North Temperate Zone*) అంటారు. మకరరేఖకీ, ఆర్కిటిక్ వృత్తానికీ మధ్యగల స్థలాన్ని దక్షిణ సమశీతోష్ణమండలం (*South Temperate Zones*) అంటారు. ఆర్కిటిక్ వృత్తానికి ఉత్తరాన అంటార్కిటిక్ వృత్తానికి దక్షిణానగల అతిశీతల మండలాలను (*Frigid Zones*) ఆర్కిటిక్, అంటార్కిటిక్ మండలాలు అంటారు.

### అక్షాంశములు, రేఖాంశములు

భూగోళంమీద ఖచ్చితమైన స్థలనిర్ణయం చేయడానికి అనువుగా గోళంమీద పరస్పరం లంబంగా రెండు వృత్తసముదాయములు గీయబడ్డాయి. వాటిని అంతెల చేత సూచించారు. వాటిలో ఒక వృత్తసముదాయాన్ని రేఖాంశములు (*longitudes*) అంటారు. ఈ వృత్తములన్నీ భూగోళపు ధ్రువములగుండా వెడతాయి భూకేంద్రమే వీటికిన్నీ కేంద్రం. ఒకగోళపు ఉపరితలంమీద గీయదగ్గ వృత్తాలన్నిటిలోనూ ఇవి పెద్దవి. కనుక వీటిని "మహావృత్తములు" (*great circles*) అంటారు ఈ వృత్తముల మధ్యదూరాన్ని డిగ్రీలలో కొలుస్తారు. రెండు పక్క పక్క రేఖాంశముల మధ్యదూరం దూరపుకొలతలో చెప్పాలంటే - భూమధ్య రేఖ దగ్గర సుమారు 111 కిలోమీటర్లు భూమధ్యరేఖనుంచి ధ్రువప్రాంతాలకు వెడితే ఈదూరం క్రమక్రమంగా తగ్గితగ్గి ఆఖరికి రేఖాంశములు కలుసుకునే ధ్రువములవద్ద శూన్యం అవుతుంది. ఈ రేఖాంశములను వరుసక్రమంలో లెక్కించడానికి ఇంగ్లండులోని గ్రీనిచ్ అనే చోటినుంచి వెళ్లే రేఖాంశంతో మొదలు పెట్టాలని నిర్ణయించారు. ఈ  $0^{\circ}$  రేఖాంశాన్ని "మూలరేఖాంశం" (*Prime meridian*)

అంటారు. ఈ మూలరేఖాంశంనుంచి తూర్పుగాగానీ, పశ్చిమంగాగానీ ఎన్నిడిగ్రీల దూరం ఉందో ఆ సంఖ్యనుబట్టి ఆ రేఖాంశాన్ని గుర్తిస్తారు.

రెండవ వృత్తసముదాయంలో ఒక్క భూమధ్యరేఖమాత్రమే మహావృత్తం. ఇది రేఖాంశాల నన్నింటినీ సమద్విఖండన (*bisect*) చేస్తుంది మిగిలిన వృత్తములన్నీ భూమధ్యరేఖకు సమాంతరంగా గీయబడిన అమృత వృత్తములు (*small circles*). వీటన్ని అక్షాంశములు అంటారు. ఈ అక్షాంశముల మధ్యదూరాన్ని డిగ్రీలలో కొలుస్తారు. భూమధ్యరేఖను  $0^{\circ}$  అక్షాంశముగా నిర్ణయించారు. ఉత్తరార్ధ గోళంలో ఉన్న అక్షాంశాలను ఉత్తరఅక్షాంశాలనీ, దక్షిణార్ధగోళంలో ఉన్న అక్షాంశాలను దక్షిణఅక్షాంశాలనీ పిలుస్తారు.

చాపము (*arc*) వృత్తకేంద్రందగ్గర చేసే కోణంచేత ఆ చాపమును సూచించి నట్లే ఈ రేఖలను డిగ్రీలలో సూచిస్తారు వృత్తపరిధిలో 360-వ వంతు చాపం వృత్తకేంద్రందగ్గర ఒకడిగ్రీ కోణం చేస్తుంది. ఈ డిగ్రీలో 60-వ వంతు భాగాన్ని నిమిష ( $1'$ ) మనీ, నిమిషంలో 60-వ వంతు భాగాన్ని సెకండు ( $1''$ ) అనీ వ్యవహరిస్తారు.

ఒక ప్రదేశముయొక్క అక్షాంశరేఖాంశములు తెలిస్తే భూగోళంమీద అదెక్క-  
డున్నదో ఖచ్చితంగా నిర్దేశించవచ్చు

## మూడవ ప్రకరణం

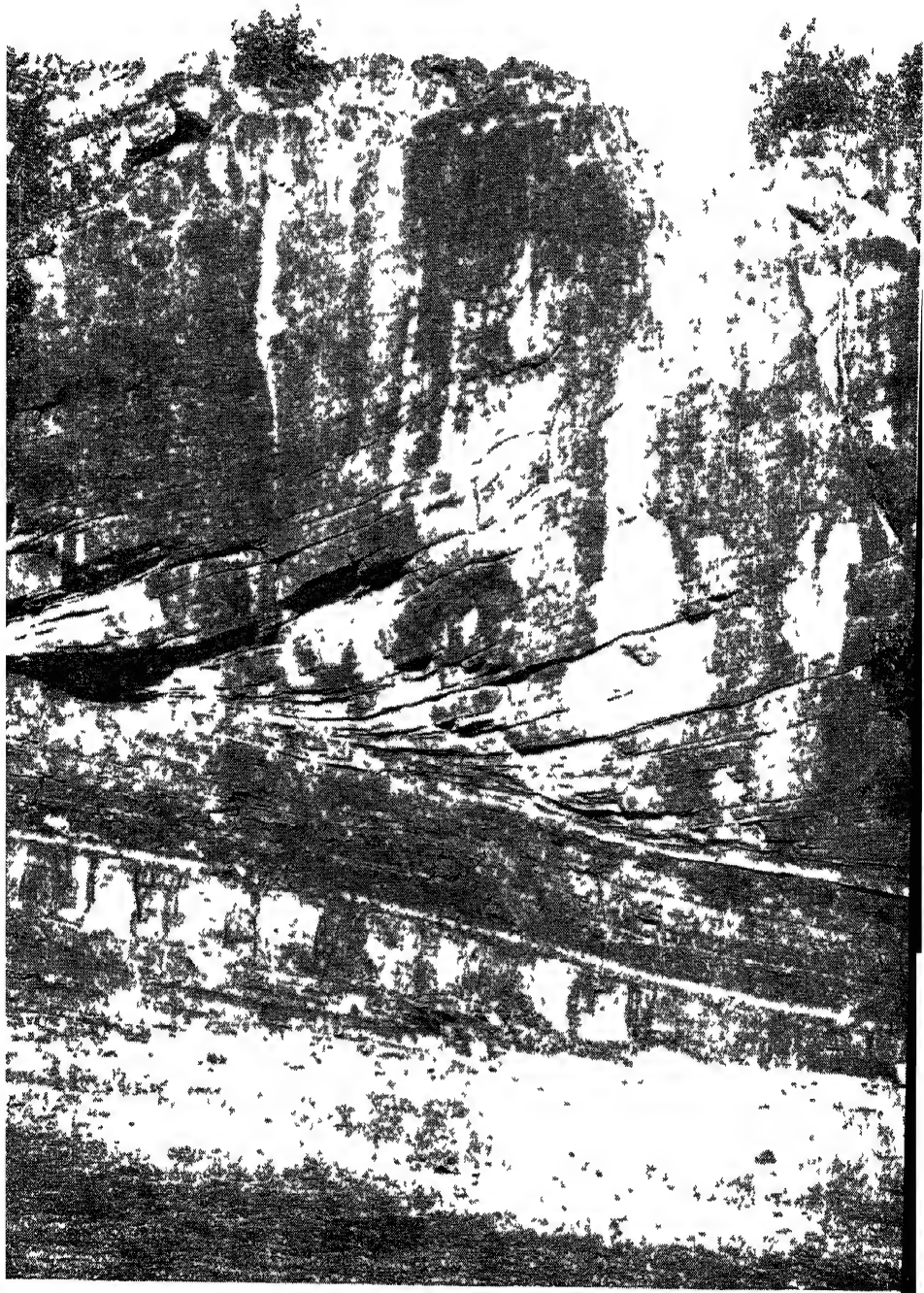
### పటములు - వాటి తయారీ, ఉపయోగాలు

భూమిమీద కొంత ప్రదేశాన్ని పైనుంచి కిందికి చూస్తే ఎల్లా కనిపిస్తోందో సుమారుగా అల్లాగ పటంలో సూచిస్తారు. ఆప్రాంతంలోని ముఖ్యమైన రూపురేఖలు అవి అసలు వస్తువులతో పోలిస్తే ఎ పరిమాణంలో ఏ స్థలాలలో ఉన్నాయో పటాన్ని చూస్తే తెలియాలి. నిజానికి సమతలంమీద గోళాకారపు వస్తువుయొక్క రూపురేఖలను చూపించడం అసాధ్యమే. భూగోళపు ఆకృతిని సరిగ్గా చూపించగలవి గ్లోబులు (globes) మాత్రమే. కాని, గ్లోబులు పరిమాణంలో బొత్తిగా చిన్నవి కావడంచేత భూమిమీది ఆకృతులను వివరంగా చూపించడం సాధ్యం కాదు. కనుక పటములు తయారుచేస్తారు విమానంమీదనుంచి ఫోటోలు తీయడం ఇప్పుడు సర్వసాధారణమైంది. ఆప్రాంతపు ఆకృతులను ఈ ఫోటోలు చక్కగా చూపిస్తారు.

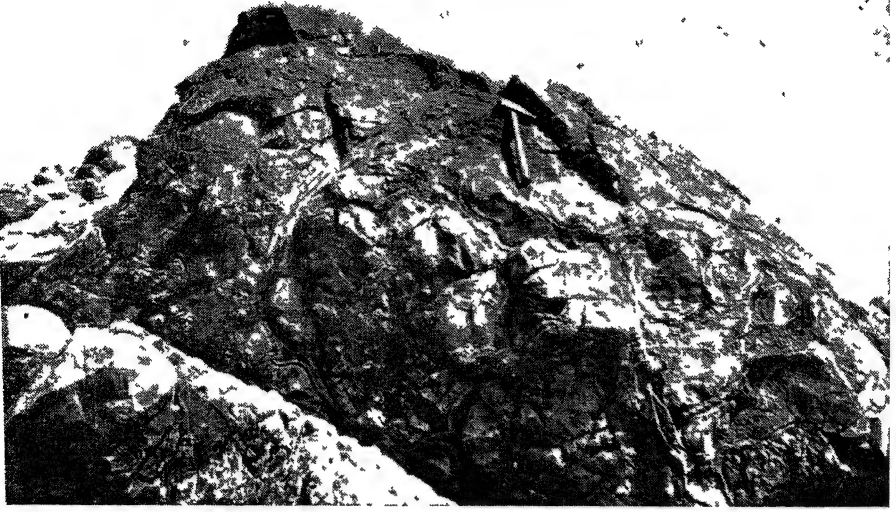
### పటముల ప్రక్షేపములు

పటములు తయారుచేసేటప్పుడు గోళాకారంలో ఉండే ప్రదేశాన్ని సమతల ప్రదేశంలోకి ప్రక్షేపించాలి (Project) దీనిని అనేకవిధాలుగా చేయవచ్చును. ఆ పటముయొక్క అవసరాన్నిబట్టి పటంలో చూపవలసిన స్థలంయొక్క విస్తృతాన్నిబట్టి వేరువేరు ప్రక్షేపపద్ధతులను అవలంబిస్తారు

అంబ్రాక్షేపం (Orthographic projection) (1-వ బొమ్మ) లో ప్రేక్షకుని కన్ను భూమికి అనంతదూరంలో ఉన్నట్లు ఊహింపబడుతుంది కనుక, కంటి నుండి భూమిమీదికి ఏ ప్రదేశానికి గీసిన రేఖలైనా సమాంతరంగా ఉంటాయి. అర్ధగోళంమీద ఉన్న వేరువేరు బిందువులు PL అనే సమతలంమీదికి ప్రక్షేపితం అయినప్పుడు, గ్లోబుమీది A, B, C బిందువులు పటంలో a, b, c అనే బిందువులచే సూచించబడతాయి ఈ విధంగా గీయబడిన అర్ధగోళపు పటములో మధ్య భాగంలో మాత్రమే నిర్దిష్టంగా ఉంటాయి పటపు అంచులనున్న ప్రదేశాలు మరీ చిన్నవి అయి వికృతంగా కనిపిస్తాయి. ద్రువములను కేంద్రములుగా ఉంచి,



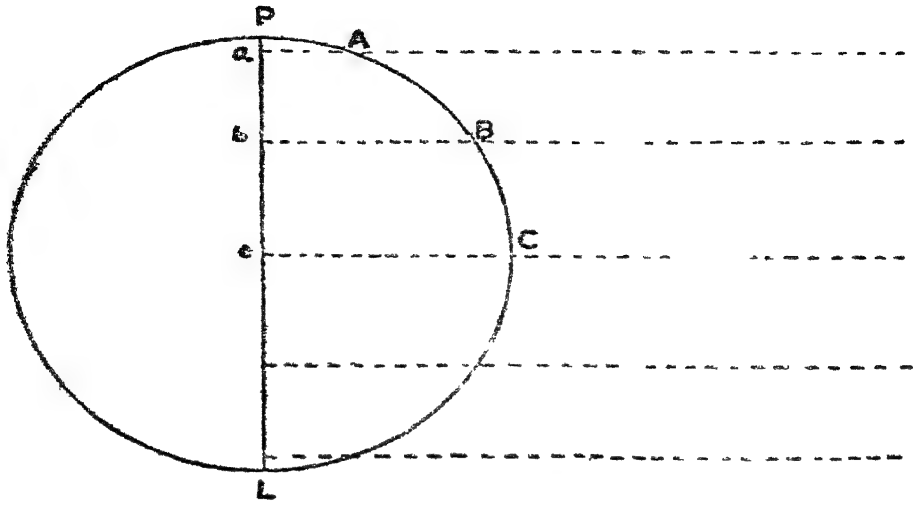
చిత్రపటము 1—రాణీగంజ్ బొగ్గుగనులలో సైకతశిలలలోని దారాస్తరణము (30-వ పేజీ చూడు)



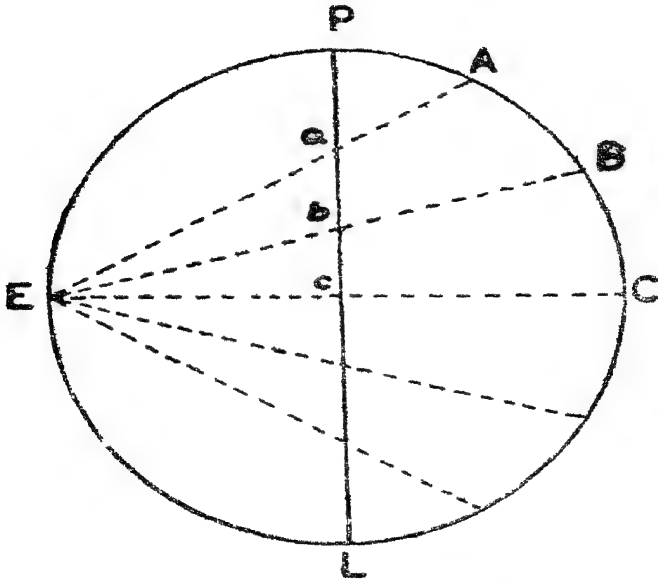
చిత్రపటము 2—ధర్వారు గ్రూపులోని పిక్లో లావా, మైహురురాష్ట్రంలోని మరాదిహల్లి (45-వ పేజీ చూడు)  
(ఫొటో సి ఎస్ పిచ్ఛముక్తు)

చిత్రపటము 4—హిమాలయాలలోని ఎవరెస్టు దృశ్యము (51-వ పేజీ చూడు) (ఫొటో ఎ. ఎమ్. హెరోన్)





పటము 1 లంబప్రక్షేపం



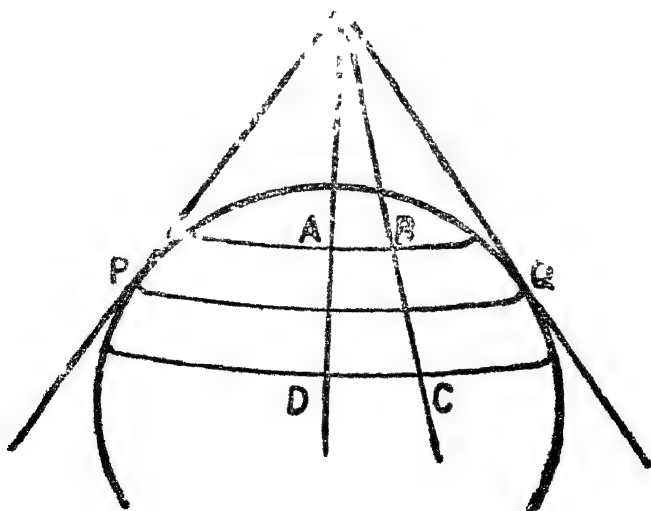
పటము 2. గోళీయప్రక్షేపం



ద్రువప్రాంతములను ఇటువంటి లంబప్రక్షేప పటములద్వారా చూపిస్తే అద్భుత దోషం ఉండదు. ఇందులో అక్షాంశరేఖలు వృత్తములుగానూ, రేఖాంశములు ద్రువకేంద్రమునుంచి వికిరణం (radiating) అయే సరళరేఖలుగా చూపింపబడుతాయి.

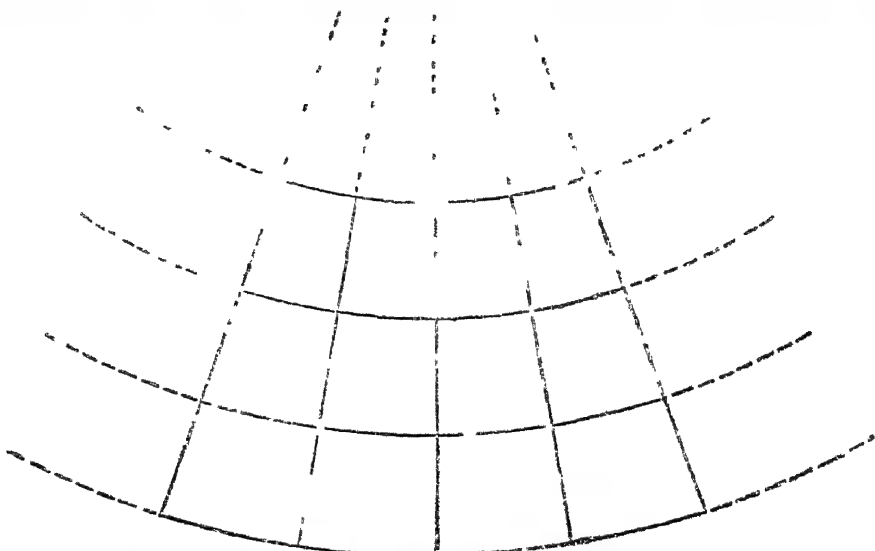
గోళీయ ప్రక్షేపంలో (2-వ బొమ్మ) (Stereographic Projection) ప్రేక్షకుని కన్ను గ్లోబుమీద E అనేచోట ఉంచి, గ్లోబు మధ్యనున్న PL అనే సమతలం గుండా అవతలివైపునఉన్న అర్ధగోళాన్ని చూస్తూఉంటే ఎల్లా కనిపిస్తుందో అల్లా ఉంటుంది. PA, AB, BC అనే దూరాలు గ్లోబుమీద సమానంగానే ఉన్నప్పటికీ తదనురూపములైన (Corresponding) Pa, ab, bc అనే దూరాలు పటం అంచులవైపు వెళ్లి నకొద్దీ పెరుగుతుంది. కనుక ఈ రకమైన ప్రక్షేపంలో కానవచ్చే వికృతీకరణం (distortion) లంబప్రక్షేపంలో కానవచ్చే వికృతీకరణానికి సరిగా తలకిందులు.

శంఖుప్రక్షేపం (Conical projection) లో శంఖు (Cone) యొక్క ధర్మాలను ఉపయోగించుకుంటాం. వంపుతిరిగిఉన్న ప్రదేశాన్ని ఏ విధమైన వికృతీకరణమూ



పటము 3. శంఖుప్రక్షేపం

లేకుండా సమతలంగా మార్చగల ఖామిలో రేఖాచిత్రాలలో (Geometrical figures) శంఖు ఒకటి. 4-వ బొమ్మలోని శంఖు భూగోళాన్ని PQ అనే అక్షంశందగ్గర చుంబిస్తున్నట్లు ఊహించబడింది. అప్పుడు ఈ PQ కి అనతిమార్గంలో గ్లోబు మీద ఉన్న ABCD అనే స్థలం ఈ శంఖుప్రక్షేపంలో చాలా నిర్దిష్టంగా చిత్రితమవుతుంది ఈ ప్రక్షేపంలో రేఖాంశములు సరళరేఖలుగానూ, అక్షాంశములు ఏక

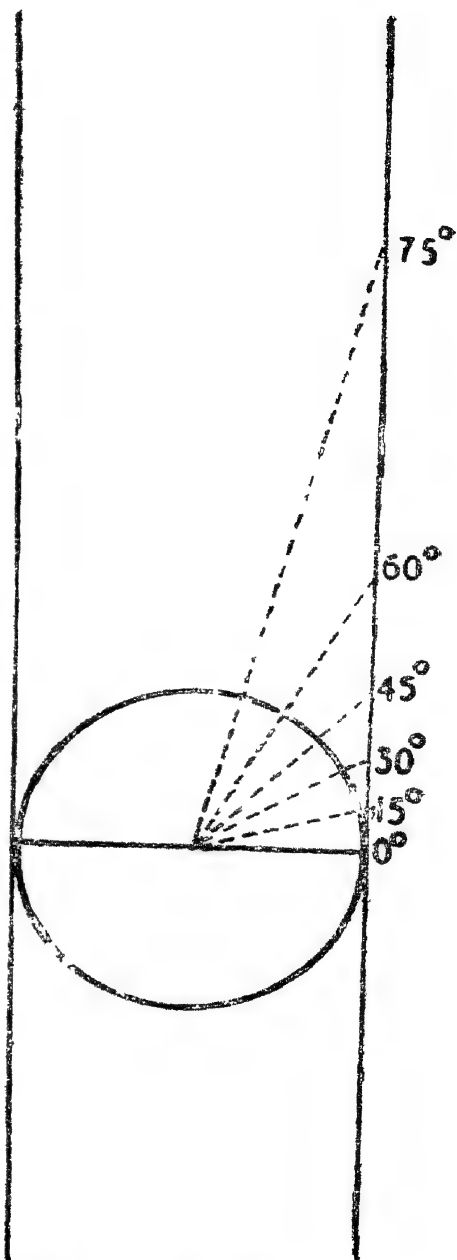


పటము 4. అక్షాంశ రేఖాంశములుగల శంఖుప్రక్షేపం

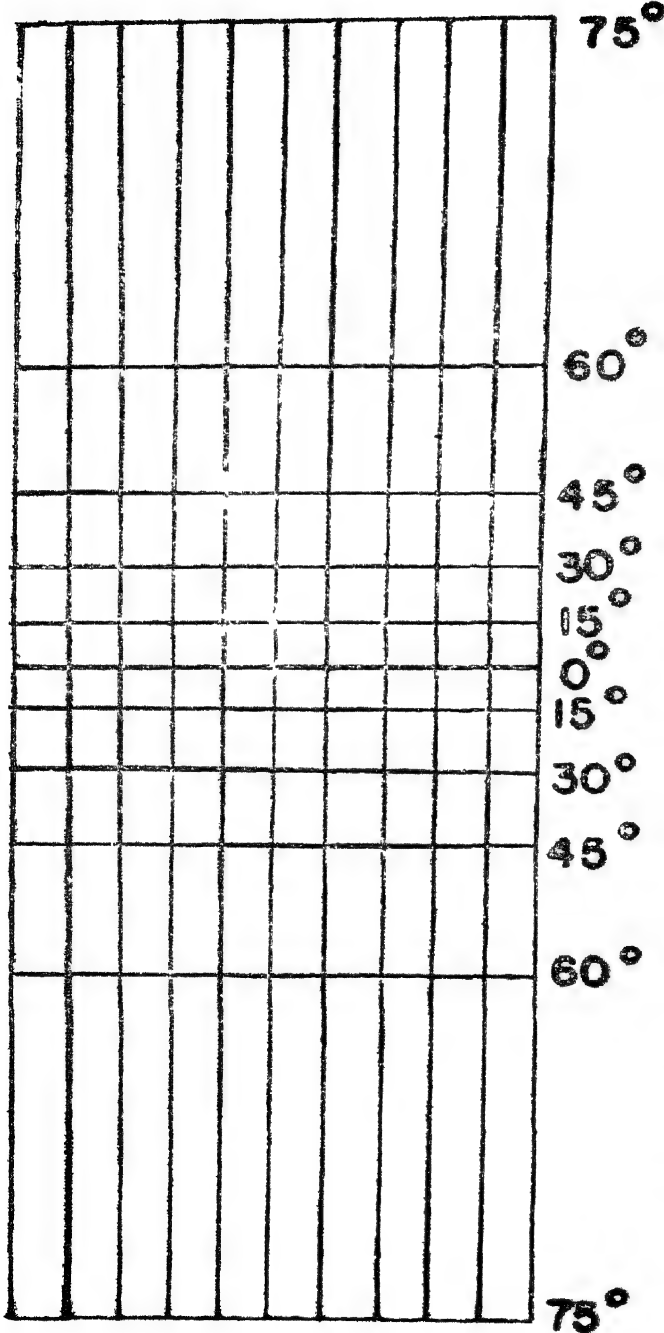
కేంద్రవృత్తభాగములుగానూ (Parts of Concentric circles) (4-వ బొమ్మ) చూపబడితాయి. దేశపటములు వేరుగా చూపించేటప్పుడు ఈ శంఖుప్రక్షేపాన్ని సాధారణంగా వాడతారు.

శంఖులోలాగే సిలిండరుయొక్క వక్రోపరితలాన్ని సమతలంగా పరివర్తించును. ఈ కీటుకును ఉపయోగించుకొని స్థూపప్రక్షేపం (Cylindrical Projections) తయారుచేస్తారు. భూగోళం ఒక సిలిండరులో చూరినట్లు, భూమధ్యరేఖ ఈ స్థూపము (సిలిండరు)ను చుంబిస్తున్నట్లు ఊహిస్తారు అప్పుడు గ్లోబుమీది వివిధ బిందువులను స్థూపము (సిలిండరు) యొక్క వక్రోపరితలంమీదికి ప్రక్షేపిస్తారు. స్తంభప్రక్షేపం అనేక విధాలుగా చేయవచ్చు. వాటిలో మొక్కటయి పద్ధతి తరుచుగా

వాడుతూ ఉంటాడు. (చొమ్మలు 5, 6)  
 మెర్కాటర్ ప్రక్షేపంలో రేఖాంశములు  
 సమదూరస్థములైన సరళరేఖలుగా  
 సూచింపబడుతాయి. అక్షాంశములుకూడ  
 వరళరేఖలుగానే ఉంటాయి. కానీ  
 అక్షాంశరేఖాంశముల దిగ్గ్రీల నిష్పత్తిలో  
 మార్పులేకుండా ఉంచడంకోసం,  
 అక్షాంశం పెరిగినకొద్దీ ఈ ప్రక్షేపంలో  
 ఈ రేఖల మధ్య దూరంకూడా పెరుగు  
 తుంది. ఈ మెర్కాటరు చిత్రంలో ఏ  
 బిందువు దగ్గరనైనానరే రేఖాంశములో  
 స్కేలుయొక్క అతిశయీకరణం  
 (exaggeration), ఆ బిందువు దగ్గర,  
 అక్షాంశరేఖల స్థాయియొక్క అతిశయీ  
 కరణానికి సమానం. పిలిగడరు  
 గ్లోబును భూమధ్యరేఖవద్ద మాత్రమే  
 చుంబించడంచేత మిగిలిన అన్ని  
 అక్షాంశములు భూమధ్యరేఖకు సమాన  
 మైనట్లు చూపబడి అతిశయీకృతం  
 అవుతాయి.  $60^{\circ}$  ఉత్తర దక్షిణ అక్షాంశ  
 ములు స్కేలుయొక్క అతిశయీకరణం  
 సరిగ్గా ద్విగుణితం కనుక  $60^{\circ}$  రేఖాంశ  
 ముల స్కేలుకూడా అసలుకన్న రెట్టింపు  
 చేయబడుతుంది అంటే  $60^{\circ}$  అక్షాంశం  
 మీద ప్రాకృత్తిమ దిశలలో పటము  
 యొక్క స్కేలు భూమధ్యరేఖవద్ద



పటము 6. మెర్కాటరు ప్రక్షేపం.



పటము 6.  
మెర్కాటర్ ప్రక్షేపం.  
ప్రతి దీర్ఘచతురస్రము  
15° అక్షాంశ రేఖాంశ  
ములను సూచిస్తుంది

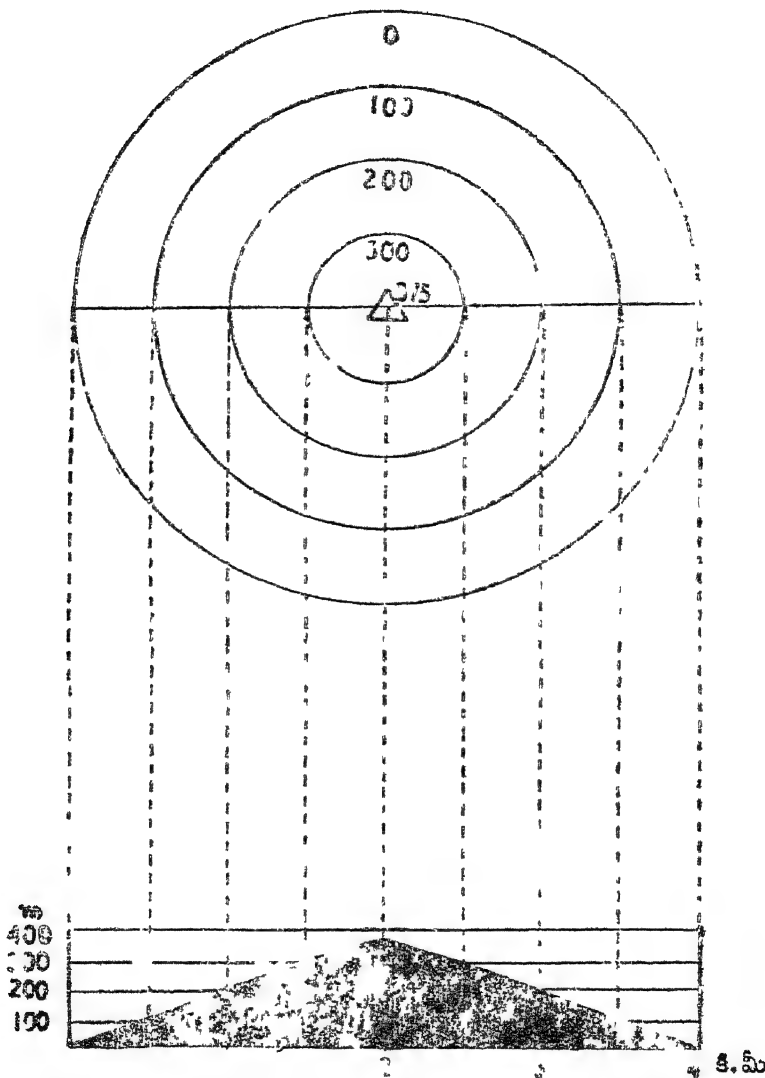
స్కేలుకి రెట్టింపు. అందుచేత స్కేలుయొక్క సమత్వాన్ని పరిరక్షించడానికి ఉత్తర దక్షిణ దిశలలో స్కేలునుకూడా రెట్టింపు చేయాలి. కనుక పటంలో  $60^{\circ}$  అక్షాంశానికి,  $61^{\circ}$  అక్షాంశానికి మధ్యదూరం  $0^{\circ} - 1^{\circ}$  అక్షాంశాల మధ్యదూరానికి రెట్టింపు ఉంటుంది. నిజానికి ఈ రెండు దూరాలూ సమానమైనప్పటికీ చిన్నచిన్న ప్రదేశాల విషయంలో ఈ పద్ధతివల్ల ఆ స్థలంయొక్క యధార్థరూపం ఉంటుంది కానీ, ఉన్నత అక్షాంశములలో మాత్రం ఈ పద్ధతివల్ల పటం అమితంగా అతిశయి కృతి అవుతుంది. వెర్కాటర్ ప్రక్షేపంలో భూమధ్యరేఖదగ్గర తప్ప మిగిలిన స్థలాలలో పటములోని ఆకృతులు, వైశాల్యములూ యధార్థానికి దూరంగా ఉన్నప్పటికీ నావికులకుమాత్రం దిశానిర్ణయానికి ఈ పటం చాలా ఉపయోగిస్తుంది.

### పటముల స్కేలు

పటములోని నమూనాలోని అచరేఖావిమితికి (Linear dimension), అసలు ప్రదేశములోని అనురేఖావిమితికి గల నిష్పత్తిని ఆ పటముయొక్క స్కేలు అంటారు. లవస్థానంలో ఏకకం (unity) ఉన్న భిన్నముగాగానీ, పొడవు కొలతగాగానీ స్కేలును సూచిస్తారు. ఒక మైలుకి ఒక అంగుళము స్కేలు అని వ్రాసినా  $\frac{1}{63,360}$  అని వ్రాసినా ఒకటే (నిమంచే మైలుకి 63360 అంగుళాలు కనుక) స్కేలు  $\frac{1}{1000,000}$  అని ఉంటే సుమారు 16 మైళ్లకి 1 అంగుళం అవుతుంది.

### నిమోన్నత సూచన

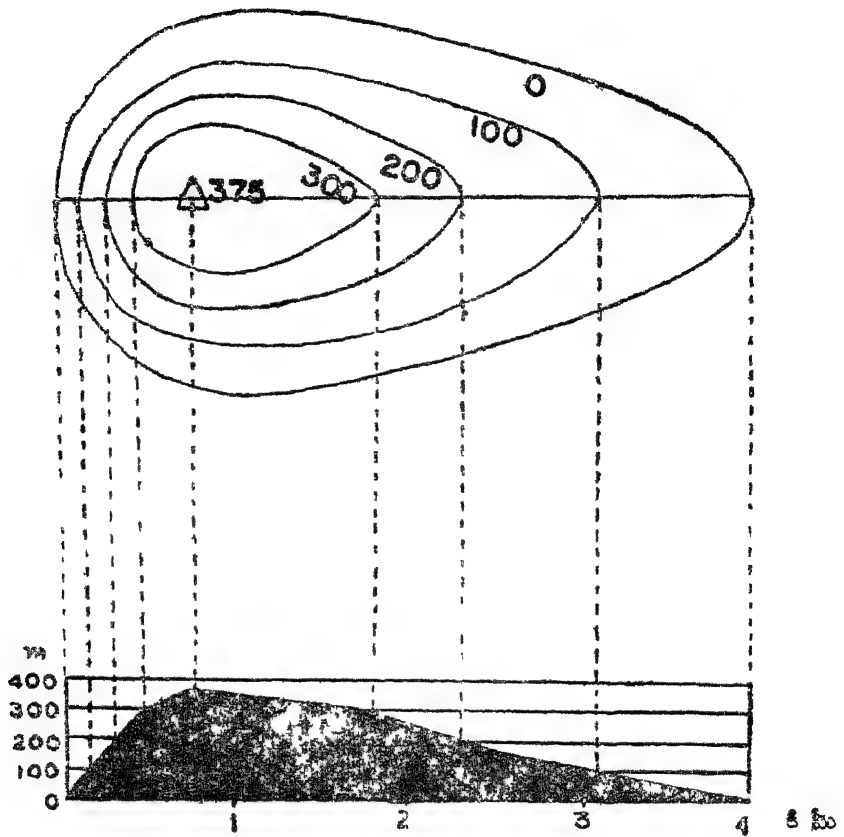
అక్షాంశరేఖాంశములచేత నిర్దిష్టమైన దూరములను మాత్రమే తెలిపే పటంలో ఆ ప్రదేశమంతా ఒకే సమతలంలో ఉన్నట్లు కనిపిస్తుందే కాని, ఎత్తుపల్లాలు కనబడవు. ప్రదేశములకు పొడవు వెడల్పు లేక ఎత్తు లేక పల్లము అనే మూడు విమితులు (Dimensions) ఉంటాయా? సముద్రమట్టానికి ఎంత ఎత్తులో ఉందో, లేదా ఎంత లోతులో ఉందో తెలుసని మామూలు పటాన్ని చూస్తే ఆ స్థలా కృతి సరిగ్గా తెలియదు. స్థలాకృతీపటములలో నదులు, సరస్సులు, అడవులు, కొండలు, ఎత్తుపల్లాలు, పట్టణాలు, రైలుదార్లు, రోడ్లు, కాలువలు వగైరాలన్నీ చిత్రీకరించబడుతాయి. ఒక స్థలంలోని నిమోన్నతాంశం పటంలో సూచించే ఆతి



పటము 7 సమోచ్ఛరేఖలు, నిట్టచిలువులతో విభాగములుగల సమశంఖాకారపు కొండ.

సామాన్యమైన పద్ధతి ఏమిటంటే ఒకే భౌగోళికం గలిగిన స్థలానికే కలుపుతూ “సమోచ్ఛరేఖలు” (Contour lines) గీయడమే.

సమ శంఖాకారంలో ఉన్న ఒక కొండ సముద్రతలానికి 375 మీటర్ల ఎత్తున ఉన్నదనుకుందాం ఈ కొండశీఖరాన్ని 300 మీ. ఎత్తువరకూ కోనేస్తే అప్పుడు



చిత్రము 8 సమోచ్చరేఖలు, నిట్టనిలువుకోత విశాఖమెలుగుల అండాకారపు కొండ

కొండశీఖరం సమతల వృత్తాకారంలో 300 మీ. ఎత్తున ఉంటుంది. ఆ తరువాత మళ్ళీ 200 మీ. ఎత్తుదాకా మరొకకోతకోస్తే శీఖరం మరొక పెద్ద వృత్తం అవుతుంది. అటువంటి కొండయొక్క సమోచ్చరేఖలు, ఆ కొండయొక్క నిట్టనిలువు కోతలు గీసే పద్ధతి 7-వ బొమ్మలో చూపబడ్డాయి. ఆ కొండ సమ శంఖాకారంలో కాకుండా అండాకారంలో ఉండి, ఒకవైపున వాలు చాలా ఎక్కువగా ఉంటే, అప్పుడు దాని సమోచ్చరేఖలూ, కోతలూ ఏవిధంగా ఉంటాయో 8-వ బొమ్మలో చూపబడింది. ఈ బొమ్మనిచూస్తే వాలు ఎక్కువ అయినకొద్దీ సమోచ్చరేఖలు దగ్గర దగ్గరగా ఇరుకుగా ఉంటాయని తెలుస్తుంది. భూమి ఉపరితలం క్రమ

విహీనంగా ఎగుడుదిగుళ్లుగా ఉంటుంది కనుక ప్రకృతిలో సమోచ్ఛరేఖలు ఈ టోప్టోగ్రఫీలో చూపినంత సామాన్యంగా ఉండవు.

మామూలు పటములలో కేవలం సమోచ్ఛరేఖలనే కాక ఇంకా ఎన్నో వివరాలను చూపించాలి కనుక, ఈ రేఖలను మరీ స్పష్టంగా గీయడం వీలుకాదు. విమోక్షన్నతాలను ఛాయారూపంలో సూచిస్తారు ఒక్కొక్కప్పుడు. దీనిని వాటికి లంబిలో గీచిన చిన్నచిన్న గీతలచే చూపిస్తారు. వాటి పెరిగినకొద్దీ ఛాయా చిత్రణ సాంద్రత పెరుగుతుంది. నేలమీదగాని, కొండశిఖరాలమీదగానీ సమతల ప్రదేశాలుంటే వాటిమీద ఛాయాచిత్రణ చేయకుండా వదిలేస్తారు.

విమోక్షన్నతాలను సూచించే పార్వతికచిత్రాలలో (orographic maps) సమోచ్ఛరేఖల మధ్యభాగానికి రకరకాల రంగులు (లేదా ఒకే రంగుయొక్క వివిధ ఛాయలు) వేస్తారు. సాధారణంగా అకువచ్చరంగు ఛాయలు పల్లపు భూములకూ, గోధుమరంగు ఛాయలు ఉన్నత స్థలాలకే వేస్తారు. సముద్రాల లోతులు చూపించే అగాధిక చిత్రాలలో (Bathymetric maps) నీలవర్ణపు ఛాయలు ఉపయోగిస్తారు. లోతు ఎక్కువైనకొద్దీ నీలం చిక్కగా అచ్చుతూ ఉంటుంది. సముద్రాల లోతులనూ భూభాగపు టొప్టోగ్రాఫీలనూ కూడా సూచించే పటాలను అగాధిక-పార్వతిక చిత్రాలు (bathyorographic maps) అంటారు.

పైన చెప్పిన పటములన్నీ భౌతికమైన రూపురేఖలను సూచిస్తాయి తనకు దీనిని భౌతిక పటములు (Physical maps) అంటారు. దేశాలూ పట్టణాలూ చూపే పటములను రాజకీయ పటములు అంటారు. చాలాభాగం చిత్రాలు భౌతిక రాజకీయ రూపురేఖలు రెంటినీ సూచిస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత, వర్షపాతము, వనసంపద, ఖనిజములు మొదలైన ప్రత్యేక విషయముల "వితరణ" (distribution) ను సూచించే పటములుకూడా గీస్తారు.



## నాల్గవ ప్రకరణము భూవృష్టములోని ఖనిజములు

### శిలీకారక ఖనిజములు

భూవృష్టం ముఖ్యంగా శిలలతో కూడివున్నది. ఈ శిలలలో చాలాభాగం రకరకాల ఖనిజ సమ్మిశ్రమమైనవాటితో నిండివున్నాయి. ప్రకృతిలో వందలాది ఖనిజములున్నప్పటికీ వాటిలో కొన్ని మాత్రమే శిలలతో మేలిచి ఉంటాయి. కనుక వాటిని “శిలీకారక ఖనిజములు” *rock forming minerals* అంటారు.

ఒక నిర్దిష్టమైన రసాయన సంయోజనము, ఒక ప్రత్యేకమైన పరమాణుసంఘటన (atomic structure) కలిగి ప్రకృతి సహజంగా ఏర్పడిన సమగ్రక (ఇనార్గానిక్) ద్రవ్యాన్ని ఖనిజము అంటారు. చాలాభాగం ఖనిజములను స్ఫటికములుగా (crystals) ఏర్పడే స్వభావం ఉంది. ఒక నిర్దిష్ట సౌష్ఠ్యవక్రమంలో సమతలోపరితల విన్యాసం కనబడుతుంది నరుకలు పడడం (చిల్లడం) గజ్జితనం, విశిష్టసాంద్రత, వర్ణమువంటి కొన్ని భౌతికధర్మాలను ఆధారంగా చేసుకుని ఖనిజములను గుర్తు పట్టవచ్చు.

అల్యూమినియం, ఇనుము, కాల్షియం, మెగ్నీషియం, సోడియం, పొటాషియం ధాతువుల సిలికేటులు సిలికా అనే వాటితోనే సామాన్య ఖనిజాలలోను ఆగ్నేయశిలలు ఏర్పడుతున్నాయి. క్వార్ట్జ్ ( $\text{SiO}_2$ ) సిలికేటు ఖనిజములు, ఫీల్డ్ స్పార్స్, ఫీల్డ్ పాథోయిడ్స్ అభ్రకములు (micas) ఎంఫిటోల్స్, పైరోక్సిన్లు, ఓరిగైన్లు అనే ఈ ఎడు ఖనిజ జాతులు అన్ని కలిపి ఆగ్నేయశిలలో దాదాపు 99% మేర వుంటున్నాయి.

అవసాదీయశిలలలో ముఖ్యంగా క్వార్ట్జ్, ఫీల్డ్ స్పార్, మృత్తికా ఖనిజాలు (హైడ్రస్ అల్యూమినియం సిలికేటులు), కార్బనేటులు, కాలైన్లు, డోలమైటు ఉంటాయి.

ఆగ్నేయశిలలలో ఉండే సామాన్య ఖనిజాలు అన్ని కాయాంతరితశిలలలోనూ అభివృద్ధిచెందుతాయి. పైగా కాయాంతరితశిలలలో పెర్సెన్ థెన్, ప్లోగైటు,

హార్ట్, గార్బెట్ అనబడే సిలికేటులు, అండాల్బైటైట్, సిలిమనైట్, నియనైట్ అనబడే అల్యూమినియం సిలికేటులు ఉంటాయి.

మామూలుగా సామాన్యభాషలో “శిల” అనే మాటకు గట్టిగా ఉండే ఒకానొక పదార్థం అనే అర్థం ఉన్నది కాని, భూవైజ్ఞానికపరిభాషలో మాత్రం భూపృష్టంలో ఉండే ఘనపదార్థాలన్నింటినీ గ్రెనైట్ లా గట్టిగా ఉన్న సరే. ఎట్టిలా మెత్తగా ఉన్న సరే శిల అనే అంటారు.

శిల అనేది ఒక ప్రత్యేక రసాయన యౌగికం (Chemical compound) కాదు. ఒకటిగాని, అంతకన్న అధికంగాగని ఒకటికంటే ఎక్కువ వస్తువు. అగ్నేయ శిలలు అనీ, శవసాదీయ శిలలు అనీ, కామంబర శిలలు అనీ శిలలను మూడు స్థూలవిభాగాలు చేయవచ్చు.

### అగ్నేయశిలలు

భూపృష్టం క్రింది ఉన్న కరిగిన శిలాద్రవ్యం (మాగ్మా) మనీభవించగా ఏర్పడ్డవి అగ్నేయశిలలు. అగ్నేయశిలలం ఈ విధంగా సార్థకమైంది బృహత్ అంతస్రావిక ములుగా (major intrusions) ఏర్పడే గ్రెనైటువంటి స్థూలకణీయ స్పటికములను పాతాళీయ శిలలు (Plutonic rocks) అంటారు. (ప్రాబో అనే రోమను దేవత పాతాళానికి అధిపతి కనుక వీటి కీ పేరు వచ్చింది.) లావారూపంలో బయటికి పొర్లి ఏర్పడ్డ బసాల్ట్ వంటి బహిస్రావిక శిలలను ఓల్కానిక శిలలు (volcanic rocks) (ఓల్కానస్ అనే గ్రీకుదేవత అగ్నికి అధిపతి కనుక ఈ పేరు వచ్చింది.) చాలా లోతున ఉండే పాతాళీయశిలలకూ, భూమి ఉపరితలంమీద ఏర్పడే లావా శిలలకూ మధ్యస్థంగా ఉండే ఉపపాతాళీయ (Hypabyssal) శిలలవల్ల డైక్సు, సిల్టు ఏర్పడుతాయి.

అగ్నేయశిలలలో బృహత్పరిమాణం కలిగిఉండే వాటిని “బేథోలిత్తులు” (Batholiths) అంటారు. వాటిలో కొన్ని 1,000 కిలోమీటర్ల వరకూ వ్యాపించినవికూడా ఉన్నాయి. వాటి వెడల్పు కొన్నిచోట్ల 80 కి. మీ. దాకా ఉంటుంది. బేథోలిత్తు పైభాగం కనిపిస్తుండేకాని, అంతతెలియని అగాధంలో ఉండడంచేత దాని పునాది ఎక్కడందో తెలియదు.

అల్పఅంతస్సావితములలో (minor intrusions) రెండు రకాలున్నాయి. అంతస్సావితశీలల సంస్తరణతలములచే (bedding planes) కరిగిన ద్రవ్యం నిర్దిష్టంఅయి ఏర్పడ్డ ఆగ్నేయశీలను “సంసంగశము” (concordant) అంటారు. అటువంటి అంతస్సావానికి “సిల్” ఒక ఉదాహరణ. పిల్ అనేది క్షితిజసమాంతరంగా ఉండే పలుచని పలక. టైక్ అనేది సన్నని పొడుగుపాటి ఇంచుమించు నిట్టనిలువు గోడవంటి అంతస్సావం.

లావాద్రవాలలో వాయువులు బహుదట్టంగా మిళితిమై ఉంటాయి. అగ్ని పర్వత ఉద్భేదనం తరువాత వత్తిడితగ్గి ఈ వాయువులు బయటికి తప్పించుకు పోతాయి. శిలాద్రవంలోనుంచి వాయువులు తప్పించుకుపోయేటప్పుడు అమాగ్మలో వెసికిల్స్ (Vesicles) అనబడే వివరములు ఏర్పడుతాయి. ఇటువంటి వాయు వివరాలు అధికంగాఉన్న లావాను “ధాతుమలము” (slag or coria) అంటారు. ఈ వెసికిల్స్లో ద్వితీయక ఖనిజములు (secondary minerals) చేరి నిండితే వాటిని “వాతామికములు” (amygdales) అంటారు. ఇట్టి వాతామికములు ఉన్న శీలను “వాతామాళము” (amygdaloid) అంటారు.

రసాయన సంయోజనము, ఖనిజ సంయోజనము, రూపు (Texture) అనేవి ఆగ్నేయశీలల ముఖ్యధర్మాలు. ఆగ్నేయశీలల ఉత్పత్తికి కారణమైన మాగ్మానుబట్టి రసాయన సంయోజనం నిర్ణీతమవుతుంది. ఆగ్నేయశీలల మొత్తం ద్రవ్యంతో 29% లో కేవలం 8 ధాతువులు ఉంటాయి. వీటిలో అక్సిజినికభాగం ఆక్సిజన్. తరువాత సిలికాన్, ఆ తరువాత వరుసగా అల్యూమినియం, ఇనుము, కాల్షియం, సోడియం, పొటాషియం, మెగ్నీషియం వస్తాయి. ఆక్సైడ్లలో అత్యధికభాగం సిలికా ( $\text{SiO}_2$ ) ఇది సుమారు 45% నుంచి 75% వరకు ఉంటుంది సిలికా శాతమును అనుసరించి ఆగ్నేయశీలలను ఈక్రింది నాలుగు తరగతులుగా విభజించవచ్చును,

అధిపీఠిక (Acid)	$\text{SiO}_2$	66% పైన
మాధ్యమిక (Intermediate)	$\text{SiO}_2$	52% నుంచి 66% వరకు
అధారపార్శ్వక (Basic)	$\text{SiO}_2$	45% నుంచి 52% వరకు
అత్యాధారపార్శ్వక (Ultra basic)	$\text{SiO}_2$	45% లోపు

అగ్నేయ శిలల ఖనిజ సంయోజనము ఎక్కువగా వాటి రసాయన సంయోజనం మీద ఆధారపడిఉంటుంది. వాటిలో ఉండే ముఖ్యమైన ఖనిజాలు ఆరు సాధారణ ఛాతువుల సిలికేటులు (సిలికా ఎక్కువగా ఉన్నట్లైతే), కొంత క్వార్ట్జ్ ను శిల యొక్క రూపు అందులో ప్రబలంగాఉండే ఖనిజములనుబట్టి ఉంటుంది. శిల యొక్క రంగునిబట్టి. సాంద్రతనుబట్టి దాని సంయోజనాన్ని కొంతవరకూ తెలుసుకోవచ్చు. సాధారణంగా క్వార్ట్జ్ వర్గరహితంగానూ, పారదర్శకంగానూ (Transparent) ఉంటుంది. ఫీల్డ్ స్పార్లు లేతరంగులో ఉంటాయి. అధిసీలిక మాధ్యమికశిలలలో ముఖ్యంగా ఈ ఖనిజాలు ఉంటాయి కనుక ఇవి లేతరంగులో తేలికగా ఉంటాయి. ఆధారపాక్షిక, అత్యాధారపార్శ్వక శిలలలో ఏంపిటోల్స్, పైరోక్సిన్స్, చెలివై స్పవంటి సాంద్రవర్ణంకల ఖాగమైన ఖనిజములు అధికంగా ఉండడంచేత ఈ శిలలు సాధారణంగా ముదురురంగులో బరువుగా ఉంటాయి.

శిలలోఉన్న ఖనిజముల విన్యాసం (arrangement) మీద, వాటినైజామీద, ఆకారంమీద శిలయొక్కరూపు ఆధారపడిఉంటుంది. మాగ్మా వింపాదిగా చల్ల బడినప్పుడు స్థూలకణీయ శిలలు, వేగంగా చల్లబడినప్పుడు సూక్ష్మకణీయ శిలలు ఏర్పడుతాయి అతివేగంగా చల్లబడితే గాఢవంటి ఆకృతిగల శిలలు ఏర్పడుతాయి. రెండు వేరువేరు నైజాలుగల స్పటికములు ఒకేశిలలో ఉంటే దానిని పార్ఫిరిటక్ శిల (Porphyritic) అంటారు. వాటిలో పెద్ద స్పటికాలను ఫిస్ క్రెస్ట్స్ శిల

పట్టిక 1.

సిలికా అంశము తగ్గుట—————→

సిలికా అంశము తగ్గుట ↓		అధిసీలిక	మాధ్యమిక	ఆధార పార్శ్వక	అత్యాధార పార్శ్వక
	మూలకణీయ	గ్రానైట్	సియెనైట్ డియూనైట్	గాబ్రో	పెరిడోటైట్ క్లౌనైట్
	మధ్యస్థకణీయ	పోర్ఫిరీ	పోర్ఫిరిటిక్	డోలరైట్	
	సూక్ష్మకణీయ లేక	రియైలైట్	ట్రైటైట్ ఏండానైట్	బసాల్ట్	
	కాచసన్నిభ				

(*Phenocrysts*) అంటారు. అవి గాఢవంటి సూక్ష్మకణీయ అధారద్రవ్యం (*ground mass*) మీద ఏర్పడుతాయి. రెండవరకపు చూపు సూర్యబిక్ (*Ophiolite*) అంటారు. ఇవి చోలరైట్సులో సాధారణంగా కనబడుతుంది.

శిలల్లో ఉన్న నిలికా అంశమునుబట్టి, పరిమాణమునుబట్టి 1-వ వట్టి కలలో చూపినట్లుగా జగ్గేయశిలలను వర్గీకరించవచ్చు.

### అవసాదీయ శిలలు

పరివహనకారకములు (*transporting agents*) తమలో వేలాడుతున్న మన పదార్థాలను నిక్షేపించడంవల్ల అవసాదీయ (లేక ఎల్వోసిర్మిత) శిలలు ఏర్పడుతాయి. దొంతరలుగా, పొరులుగా, స్తరములుగా ఏర్పడడం అవసాదీయ శిలల ముఖ్యలక్షణాలలో ఒకటి. ఈ దొంతరలు ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఉండి, సంయోజనంలోనూ, చూపులోనూ, గట్టితనంలోనూ, రంగులోనూ భేదిస్తూ ఉంటాయి. వేరువేరు స్తరముల సంధితలమును సంస్తరణ తలము (*bedding-plane*) అంటారు.

రెండు సంస్తరణతలముల మధ్యనున్న ఒకేఒక పొరను స్తరము అంటారు. బాగా పలుచగానుండి స్తరములను "స్తరకములు" (*Laminae*) అంటారు. స్తరణ తలములు సాధారణంగా ఒకదానికొకటి ఇంచుమించు సమాంతరంగా ఉంటాయి. కాని, సాధారణంగా సంస్తరణ తలములు ముఖ్యసంస్తరణ రేఖలకు (*major lines of bedding*) అనంతంగా (*Inclined*) ఉంటాయి. వీటికి ఉదాహరణగా భారత సంస్తరణము (*current bedding*) ను పేర్కొనవచ్చును. (1-వ ప్లేటు). అవసాదమును మోసుకుపోతున్న ప్రవాహపుటలమూ, వేగమూ త్వరగా మారిపోతూ ఉండడం ఇందులో కనిపిస్తుంది.

తరుచు ఇసుకపర్రలమీద కనబడే తరంగచిహ్నము (*Ripple mark*) అవసాదీయ స్తరములమీద కూడా కనబడుతూ ఉంటుంది. ఎండిపోయిన గుంటలలో ఎండవల్ల ఏర్పడే పగుళ్లు లేక అవవిదారముల (*Sun-cracks*) వంటివి సూక్ష్మ కణీయ అవసాదీయశిలలలో కనబడుతుంది.

అవసాదీయశిలలను అందులోని ఘటకముల (*components*) పరిమాణములనుబట్టి వేరువేరు తరగతులుగా విభజించవచ్చు. కంకర, గులకరాళ్లు, గుండ్రాళ్లు

ముఖ్యముగా కలిగిన శిలలు గుట్టామయ శిలలు (Rudaceous) అంటారు. కంకర, గుల్కరాళ్లు పొరలు, పింగిర్, బండరాళ్లు పొరలు, స్క్రీ, టాలిస్ వంటివి ఈ తరగతికి చెందిన అద్భుత ద్రవ్యముల రాతిముక్కలు ప్రయాణించేసిన మూలాన్ని బట్టి కోకములు కలిగినవీ, గుండనివీ అని వేరుచేయవచ్చు. గుండ్రనిముక్కలు కలిగిన శిలలను "కంకరాశ్శములు" (conglomerates) అనీ, కోకములుగల ముక్కలున్న శిలలను "సంకరాశ్శములు" (breccias) అనీ అంటారు.

ముఖ్యంగా ఇసుక కలిగిన శిలలను "చాళామయ శిలలు" (arenaceous) అంటారు. ఇసుకదేయిపులు ఒకదానినొకటి దృఢంగా అతుక్కునిపడి దానిని వైకతలి (sand stone) అంటారు. కోకములుగల కణములున్న స్థూలనైకత శిలను "గ్రేట్" అంటారు. ఫీల్డ్ స్టోన్ కణములు కలిగిన నైకతలిని ఎర్కోజ్ (arkose) అనీ, ఆధారపాఠ్యక అగ్నేయశిలలనుండి, బలపు పరికలనుండి, ఆధారపాఠ్యక నైకతలిలనుండి వచ్చిన ముదురురంగు నైకతలిలను గ్రేవేజ్ (Greywacke) అంటారు. నైకతలిలలో కన్న చిన్నకణములు, మట్టిలోకన్న పెద్ద కణములు గలవి సిల్ట్స్ (Silt) అనెనుములవల్ల ఏర్పడ్డ కాల్షియంసంబంధమైన సిల్టును లోయిస్ (Loess) అంటారు. 0.01 మి.మీ కన్న తక్కువసరిమాణపు కణములుగల మల్వానిర్మిత నిక్షేపములను పృష్ఠాయశిలలు (Argillaceous rocks) అంటారు ఇదే ద్రవ్యం పొడిగానూ అద్భుతంగానూ ఉంటే దుమ్ము (dust) అవుతుంది. అందులోవున్న జల అంశపు తరతమ భేదాలనుబట్టి మట్టి, బరడి ఏర్పడుతాయి. మృణ్మయద్రవ్యం రాయిలా దగ్గరగా నొక్కుకుని ఉండి, చక్కని స్తరములుగా ఏర్పడి, సంస్తరణతలములగుండా ఖండితం అవుతూవుంటే దానిని షేల్ (Shale) అంటారు.

మట్టి, గుల్కరాళ్లు, రకరకాల పరిమాణముల (నైజాల)లోని బండరాళ్లు వంటి వేరువేరు తరహాల ద్రవ్యంతో కలిసివుంటే గుండ్రాశ్శము (boulder clay) హిమనదీ సంబంధమైన మృణ్మయశిలావిశేషమే. ప్రవాహోదక సంబంధమైన మట్టి, బురద, సిల్టుకలిసి జిలోథకము (alluvium) ఏర్పడుతుంది ఇది పెద్దపెద్ద నదుల వరద మైదానములలో (flood plains) నూ, చాలా దిగువభాగాలలోనూ ఉంటుంది, మార్ల్ (Marl) అనేది ఒకరకమైన మృత్తికాశిల. ఇందులో కాల్షియంకార్బనేటు, మెగ్నీషియంకార్బనేటు అధికంగా ఉంటాయి.

రసాయన జన్యము లనుకూడా అవసాదీయ నిక్షేపముల కోవలో చేర్చారు. రాళ్లు అరిగిపోగా వచ్చినద్రవ్యం నీటివల్ల దూరంగా కొంపోబడి, మట్టిలా కిందికి దిగవచ్చు. లేదా నీరు ఇగిరిపోయి ఆ మట్టి బయట పడవచ్చు. రసాయన జన్యములైన పిలికానిక్షేపములలో ముఖ్యమైనవి ఫ్లింట్ (flint) చెర్ట్ (Chert)లు. కార్బనేటు నిక్షేపాలలో ముఖ్యమైనది సున్నపురాళ్లు. సున్నపురాళ్లు గుహల పైకప్పుల నుంచి కిందికికారే నీరు ఇగిరిపోవడంవల్లనూ నేలమీద ప్రవహించడంవల్లనూ ఆవళింపులు (stalactites) ఉత్తలములు (stalagmites) ఏర్పడుతున్నాయి.

కొన్ని అవసాదీయనిక్షేపాలు ప్రత్యక్షంగాగానీ, పరోక్షంగాగానీ జంతువృక్ష జీవ ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడుతాయి. కార్బియమయనయోజనంగల (Calcareous composition) ఆర్గానిక శిలలలో సున్నపురాళ్లు ముఖ్యమైనవి. జీవపదార్థములు నంచితం అయి కార్బియమయమైన బురదలో ఇరుక్కుపోవడంవల్ల అటువంటివి కొన్ని ఏర్పడుతాయి. ఫోరామినిఫేరా, కోరల్స్, క్రినాయిడ్లు, మోలస్కు, క్రస్టేషియాలు అనేవి ముఖ్యంగా సున్నపురాళ్లలో ఆవిధంగా ఏర్పడ్డవే గ్లోబీజెరైనా ప్రావము (globigerina ooze) సున్నము (chalk), పగడపుసున్నపురాళ్లు ఈ రకమైన శిలలకు ఉదాహరణలు ఆర్గానిక జన్యములైన లోహమయ నిక్షేపాలలో (Ferruginous deposits) చెప్పదగినవి బోగ్ లోహధాతురము (bog iron ore), పీట్, లిగ్నైటు, రాక్షసిబొగ్గు - ఇవి అంగారక పదార్థసంబంధమైన కార్బనమయ నిక్షేపాలు. ఈ శిలలన్నిటిలోనూ ముఖ్యంగా వృక్షజీవశేషాలు వేరు వేరు స్థితులలో వడిఉంటాయి.

### కాయాంతరిత శిలలు

ఉష్ణోగ్రతవల్లనూ, పత్తిడివల్లనూ, రసాయన ద్రవ్యములవల్లనూ ఆగ్నేయ శిలలలోనూ, అవసాదీయ శిలలలోనూ మార్పులువస్తాయి. ముఖ్యంగా పేడిమివల్ల వచ్చే అన్నిరకాల మార్పులనూ ఉష్ణకాయాంతరణము (Thermal metamorphism) అంటారు. పెద్దపెద్ద ఆగ్నేయ శిలాసమూహంలో కలిగే సామాన్య కాయాంతరణాన్ని సంపర్కకాయాంతరణము (Contact metamorphism) అంటారు. పత్తిడివల్ల రాయి ముక్కలు ముక్కలు అవుతుంది. ఈవిధంగా ముఖ్యంగా పత్తిడి వల్ల జరిగే మార్పులను అవదళన కాయాంతరణము (cataclastic metamorphism)

అంటారు. వేడిమి, వత్తిడికూడా కలిస్తే కాయాంతరణం అత్యంత శక్తివంతంగా జరిగి, రాయి ఇంచుమించు సంపూర్ణపునఃస్ఫటికీకరణం (recrystallisation) జరిగి, కొత్తకొత్త సంరచనలకు దారితీస్తుంది ఇటువంటి మార్పును గతిక కాయాంతరణము (dynamic metamorphism) అని గానీ, గతిక ఉష్ణకాయాంతరణము (Dynamothermal metamorphism) అని గానీ అంటారు.

భూగర్భంలో వాలాలోతున శిలల ప్లాస్టికత్వం (Plasticity) అధికం కనుక, నిర్దిష్టపీడనం (directed pressure) ఉండదు కనుక, అక్కడ పీడన ఉష్ణోగ్రతల ఉష్ణచక్రప్రభావం అధికంగా ఉంటుంది ఖనిజములు రూపాంతరం చెందుతాయే కాని కొత్తరచనలు ఏర్పడవు. ఈ స్థితిలో జరిగే మార్పులనే ప్లాటోనిక్ కాయాంతరణం (plutonic metamorphism) అంటారు. గ్రేనైట్ టులు వంటి సమకణీయ (evenly granular) శిలలు ఏర్పడుతాయి.

ఒక్కొక్కప్పుడు కాయాంతరణకారకములు స్థానికంగానే పనిచేస్తూ, స్థానిక కాయాంతరణం (local metamorphism) కలిగిస్తాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు అవి విస్తృతప్రదేశంలో పెద్దపెద్ద మార్పులను కలిగించి ప్రాంతీయ కాయాంతరణం (regional metamorphism) కలిగించవచ్చు.

వత్తిడివల్ల కాయాంతరీతశిలలోని ఖనిజఘటకముల (constituents) పేర్పు మారి, వాటి దీర్ఘక్షరములు ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఏర్పడుతాయి. అందు నల్ల శిలలో సమాంతర సంరచన లేక పత్రణము (foliation) ఏర్పడుతుంది. పత్రణం బాగా అభివృద్ధి అయితే శిలా విదళనము (rock cleavage) జరుగుతుంది. రాయి పొరలు పొరలుగా పత్రణమునకు సమాంతరంగా పగిలిపోవడానికి ఇదే కారణం. స్ఫటికంగా ఏర్పడని బహుసూక్ష్మకణీయశిలలలో అభివృద్ధి అయే పత్రణమును “స్లేట్ విదళనము (slaty cleavage) అంటారు. దీనికి బలపపురాయి ఒక చక్కని ఉదాహరణ.

అత్యధికంగా స్ఫటికీయమై, విదళనం కలిగిఉండి, స్పష్టంగా కనిపిస్తున్న సట్టిలవంటి ఖనిజములు కలిగిన శిలలను షిస్ట్ (schist) అంటారు. అత్యధికంగా స్ఫటికీయమై, అపరిపక్వపత్రణం కలిగిన శిలలను గ్నీస్ (gneiss) అంటారు.



అవసాదీయ శిలలు కాయాంతరణం చెందడంవల్ల కూడా పిస్టులు, గ్రీనులు ఏర్పడవచ్చు. ఈవిధంగా షేల్సు (shales) నుండి మైకా (లేక హార్నెస్లెండ్ షిస్ట్), గ్రీన్ ఏర్పడుతాయి. వత్తణం కలిగిన అభ్రకం కలిసిన, అపరిశుద్ధ మైకత శిలయే పిస్ట్. బలవములలో చాలాభాగం బాగా అభివృద్ధిచెందిన స్లేట్ విదళనము కలిగి, బహుస్వల్పంగా స్ఫటికీయమైన, విదళితమైన షేల్సు.

అపత్రితకాయాంతరిత అవసాదీయ శిలలలో క్వార్ట్జైటు, మార్బులే (పాల రాయి) ముఖ్యమైనది. ఇంచుమించు పరిశుద్ధమైన క్వార్ట్జ్ మైకతశిలనుంచి ఏర్పడ్డ కరినశిల క్వార్ట్జ్, సున్నపురాయినుంచి ఏర్పడ్డది మార్బుల్.

ఐదవ ప్రకరణం

## భూపృష్ఠపు చలనములు

భూమ్యుపరితలపు అనియమములు

భూమి గుండ్రంగా ఎందుకు ఉన్నదో న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతం తెలియజెప్పింది. ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం భూమిలోని అణువులన్నీ గరిమనాభి వైపుగా ఆకర్షింపబడుతాయి. కనుక సహజంగా గోళాకృతి పిండిస్తుంది. భూమి ఖచ్చితంగా గోళాకారంలో ఉండకపోవడానికి కూడా న్యూటన్ కారణం చూపించాడు. భూమి తన చుట్టూ తాను తిరుగుతూ ఉండడంవల్ల భూమిలోని ప్రతి అణువుమీదనూ గురుత్వాకర్షణకి తోడు భూకేంద్రంనుంచి దూరంగా తోసివేయడానికి యత్నించే వికేంద్రత్వశక్తికూడా పనిచేస్తుంది ఈ వికేంద్రత్వశక్తి భూమధ్యరేఖవద్ద అత్యధికంగా ఉంటుంది కనుక భూమధ్యరేఖవద్ద ఉబ్బెత్తుగానూ, ధ్రువముల దగ్గర తప్పడగానూ ఏర్పడింది కనుక భూమ్యుపరితలం సర్వత్రా సముద్రతలంతో సమానమైన తలములోనే కనుక ఉంటే అప్పుడు భూమి లఘుక్ష పరిక్రమణ దీర్ఘవృత్తజము లేదా లఘుక్షగోళాభం (oblate spheroid) వలె ఉంటుంది. ధ్రువాక్షము విషువదక్షంకన్న రవ్వంత (43 కి.మీ.) తక్కువగా ఉంటుంది. కాని, నిజానికి భూమి పరిశుద్ధమైన లఘుక్షగోళాభం కూడా కాదు

భూమి పరిశుద్ధమైన లఘుక్షగోళాభం కాకపోవడానికి కారణం భూపృష్ఠంలోని శిలలన్నీ ఒకే సాంద్రత కలిగి ఉండకపోవడమే. కనుక, తేలిక అయిన సియాల్ శిలలు భూపృష్ఠంలో ఏర్పడినచోట్ల గురుత్వాకర్షణ తక్కువ అయి అక్కడ “ఉబ్బరములు” (bulges) ఏర్పడుతాయి. అటువంటి ప్రదేశములే భూఖండములు భార తరములైన సీమాళిలలు ఉన్నచోట్ల గురుత్వాకర్షణ అధికం కనుక అక్కడ పల్లం ఏర్పడుతుంది. అవే మహాసముద్ర ద్రోణులు (oceanic basins) భూపృష్ఠశిలల సాంద్రతల్లోనూ, మందంలోనూ భేదాలు ఉండడం వల్లనే ఖండములు, పర్వతములు, మహాసముద్ర ద్రోణులు ఏర్పడి గోళాభమైన భూమ్యుపరితలంలో అనియమాలు కలుగుతున్నాయి.

## భూసమతులినము

1889 లో డట్టన్ అనే అమెరికన్ భూవిజ్ఞాని “భూసమతులినము” (isostasy) అనే పదాన్ని ప్రవేశపెట్టెడు. (ఆ గ్రీకు పదానికి సమానభారము కలిగినది అని అర్థం.) ఖండముల ఔన్నత్యాన్ని, మహాసముద్రాల నిమ్నత్వాన్ని (అందులో ఉన్న శిలాసాంద్రతులను బట్టి) నిర్ణయించగల గురుత్వాకర్షణసామ్యావస్థను (gravitational equilibrium) ఈ పదం సూచిస్తుంది. ఈ భావాన్ని అనుసరించి, భూప్యప్థశీలల సాంద్రతాభేదాలనుబట్టి పర్వతాలుగా, పీఠభూములుగా, మహాసముద్ర ద్రోణులుగా వేరువేరు ఔన్నత్యములు సంభవిస్తాయి.

సుమారు నూరుసంవత్సరాల క్రితం “సర్వే ఆఫ్ ఇండియా” వారిచే గంగా సింధుమైదానం సర్వే చేయబడినప్పుడు కళ్యాణ్ పూరు అక్షంశానికి, కళ్యాణ (600 కి.మీ. ఉత్తరంగా ఉంది) అక్షంశానికి మధ్యగలభేదాన్ని ఖగోళ సిద్ధాంతాల ప్రకారమూ, భూమిమీద త్రిభుజీయసర్వేక్షణము (triangulation) ద్వారానూ కొలిచారు. ఈ రెండుపద్ధతుల ఫలితాలకీ భేదం 5.23 సెకండుల చాపం (arc) కనబడింది. ఇది 168 మీ. కి సమానం. ఈ భేదానికి కారణం హిమాలయ పర్వతం తన గురుత్వాకర్షణవల్ల ఒడంబాన్ని (plumb line, తనవైపుగా లాక్కువడమే ననుకున్నారు. మరికొన్ని సంవత్సరాలకు ఆర్చిడేకన్ ప్రాజ్ అనే ఆయన హిమాలయపర్వతాల ద్రవ్యరాశిని ఉజ్జాయింపుగా లెక్కవేసి, కళ్యాణ పూర్ దగ్గర, కళ్యాణదగ్గర హిమాలయ గురుత్వాకర్షణను లెక్కలువేసి, వాటి భేదం 15.885” (అనగా కొలిచిన భేదానికి సుమారు మూడు రెట్లు) ఉండాలని నిర్ణయించాడు. ఈ అసంగతి (anomaly) కి కారణం హిమాలయాల అడుగున చాలాలోతున శీలసాంద్రత బాగా తక్కువ అయి ఉండాలని ఊహించారు.

పైన చెప్పిన ప్రేక్షణాలను (observations) ఆధారం చేసుకుని, భూకంప తరంగాలను ఉపయోగించి భూప్యష్టాన్ని పరిశోధించి పర్వతాల “వేళ్లు” భూమిలో 50, 60 కి. మీ. లోతువరకు ఉండి సియాల్ శీలలతో నిండి ఉంటాయని తెలుసుకున్నారు. సముద్ర సమీపంలో మైదానాల క్రింది పియాల్ మందం 30 కి. మీ. కి లోపు మాత్రమే. తక్కువ లోతైన సముద్రాల నేలమీద అనలు పియాల్ లేనే లేదు.

ఖండాలూ, పర్వతాలూ, పీఠభూములూ, మహా సముద్రద్రోణులూ మొదలైన మావృష్టపు రూపురేఖలు అన్నీ భూసమతులిన సామ్యావస్థ. (isostatic equilibrium) లో ఉన్నాయి. ఈ సామ్యావస్థ అప్పుడప్పుడు భూవైజ్ఞానిక కారకముల (geological agents) వల్ల మారిపోతూ ఉంటుంది. ఉదాహరణకి, పర్వతాల నుంచి అరగదీయబడిన ద్రవ్యం విరివిగా నదులవల్ల కొనిపోబడి సముద్రగర్భంలో పడితే, పర్వతములు తేలికఅయి, సముద్రంలో బరువు ఎక్కువ అవుతుంది. సామ్యావస్థ తిరిగి చేకూరడానికి మందమైన స్వీచలనములు (vertical movements) కలుగుతాయి. ప్రభావితమైన మావృష్టభాగాలు ఈ చలనంవల్ల కొన్నిచోట్ల పైకి లేస్తాయి, కొన్నిచోట్ల దిగబడతాయి వీటికి తోడు సియాల్ క్రింద నున్న చక్కని ద్రవ్యం నెమ్మదిగా పార్శ్వకంగా (lateral) కదిలి లోతున ఉన్న పొరలు సర్దుకుంటాయి. ఈవిధంగా భూసమతులిన క్రియవల్ల మూవలనం కలుగుతుంది దీనివల్లనే సముద్రీయ అవసాచములు పైకి లేవనెత్తబడుతూ ఉంటాయి.

### ఖండవహనము

ఖండములు ఏర్పడడానికి హేతువైన సియాల్ ద్రవ్యం భూమిమీద అంతటా సరిసమానంగా కాక హెచ్చుతగ్గులతో పొరలా ఏర్పడి ఉన్నదనీ, అది అయినా భూమి ఉపరితలంలో మూడవవంతు భాగం మాత్రమే ఆక్రమించి ఉన్నదనీ తెలుసుకున్నాం. ఈవిధమైన వితరణ (distribution) కి అసలైన కారణం ఏమిటో తెలియదు. ఒకానొక కాలంలో ఈ సియాల్ పొర అవిచ్ఛిన్నంగా ఉండేదనీ, ఖండముల రూపంలో కొన్ని కొన్నిచోట్ల కేంద్రీకృతం కావడానికి చలక్షేత్రములలో (mobile belts) ముడతలు పడడమే కారణమనీ, లేదా మేంటిల్ లో నెమ్మదిగా కదిలే సంనయన ప్రవాహాల వల్ల (convection currents) ఒకచోట తెట్టెలా కట్టడంకానీ కారణమనీ సాధారణంగా భావింపబడుతోంది. అల్లా కాకపోతే ఒకే ఒక ఖండద్రవ్యం (వెజినర్ యొక్క పేంగాయా - Pangaea of wegener) గానీ, లేదా రెండు ధ్రువీయఖండములుగానీ, లేదా చతుష్పలికం (tetrahedron) యొక్క నాలుగు బిందువులకూ సంబంధించిన నాలుగు ఖండాలుగానీ ఉండి ఉండవచ్చు.

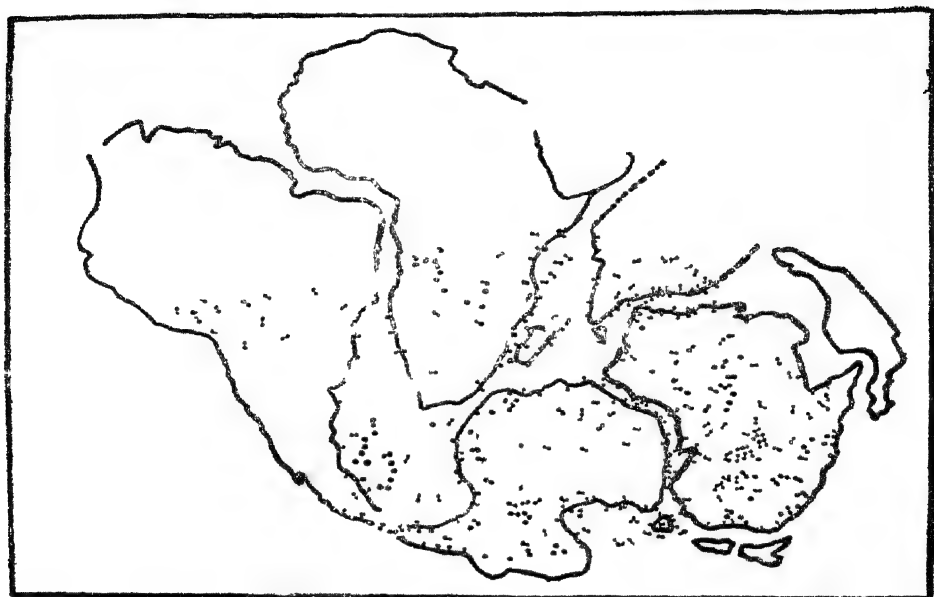
ఖండములయొక్క, మహాసముద్రాలయొక్క స్థిరత్వాన్ని (permanence) గురించిన విషయం, అంటే ఖండములు, ముఖ్యమైన మహాసముద్రద్రోణులు ఇప్పుడు ఉన్నట్లుగానే యుగయుగాలుగా ఉన్నవా లేదా అనే విషయం వివాద గ్రస్తంగా ఉంది. ఇదే నిజమైతే, ఒకానొక కాలంలో సియల్ అవిచ్ఛిన్నంగా ఉండినట్లయితే, కొన్ని భూభాగాలు సముద్రగర్భంలోకి దిగబడి మునిగిపోయి ఉండాలి. కాని, ఈవిధంగా జరిగిఉండే అవకాశంలేదు. ఏమంటే మహా సముద్రద్రోణుల అట్టడుగు నేలలలో సీమాయే కాని సియాలిక ఖండ ద్రవ్యం ఏమీలేదు. ఆ మహాసముద్ర ద్రోణితలములు పైకిలేచి కొత్త ఖండములు ఏర్పడ్డట్లుగా కూడా దాఖలాలు లేవు.

చాలామంది ఆంగీకరించిన ఖండవహన సిద్ధాంతం ప్రకారం ఒకప్పుడు దక్షిణ అమెరికా, ఆఫ్రికా, ఇండియా, ఆస్ట్రేలియా, అంటార్కిటికాలు రలిసి ఒకే ఒక దక్షిణ మహాఖండంగా ఉండేదిట. దానికి గొండ్వానాలాండు (Gondwanaland) అని పేరు పెట్టేరు. పురాజీవకయుగం (Palaeozoic time) పూర్తి అయిన తరువాత గొండ్వానాలాండు బ్రహ్మాండమైన భూపృష్ఠపు ముక్కలుగా విరిగిపో నారంభించింది. ఈ ముక్కలు అడుగున ఉన్న సీమాపొరమీదనూ, మేంటిల్ మీదనూ జారి ఒకదానితో ఒకటి సాపేక్ష్యంగానూ, ఉత్తర దక్షిణద్రువాలతో సాపేక్ష్యంగానూ కూడా కదిలేయి.

ఈ ఖండవహన సిద్ధాంతాన్ని సమర్థిస్తూ భూవైజ్ఞానిక వాదాలూ, భూభౌతిక వాదాలూ కూడా చాలా ఉన్నాయి. అన్నింటికన్న ముఖ్యమైన వాదం ఏమిటంటే అట్లాంటిక్ సముద్రంలోని ఆఫ్రికా - దక్షిణఅమెరికాల తీరరేఖలు తాళంపాపా తాళంచెపీలాగ ఒకదానిలో ఒకటి సరిగ్గా అతికినట్లు సరిపోవడమే. అట్లాంటిక్ మహాసముద్రపు ప్రాకృచ్ఛిమతీర భూముల భూవైజ్ఞానిక చరిత్ర, సంరచనలలో పోలికలు బాగా ఉండడం మరియొక నిదర్శనం.

పెర్మో - కార్బానిపెరస్ యుగంనాటి హిమనదీకరణములలో (glaciations) సంచితమైన అవసాదములు దక్షిణ ఆఫ్రికా, ఆస్ట్రేలియా, అంటార్కిటికా, ఇండియాలో కనిపిస్తున్నాయన్నది మరొకనిదర్శనం. ప్రస్తుతకాలంలో ఈ

ఖండాలు భూతలంమీద బహుదూరంగా విసిరివేయబడి ఉన్నాయి. వాటిలో చాలా భాగం మంచు ఏర్పడడానికే అవకాశంలేని ఉష్ణమండలంలో ఉన్నాయి. హిమనదీ కరణం ఆరంభమైనప్పుడు ఈ ఖండములన్నీ దక్షిణద్రువానికి దగ్గరగా గుమిగూడి ఉండవచ్చు. (9-వ బొమ్మ చూడు.)



పటము 9. కార్పానిఫెరస్ యుగమునాటి ఉన్నుఖమైన సమూహపు గొండ్వానాలాండు.

చుక్కలతో కనుబొమ్మచేయుండు ప్రదేశము హిమనదీ కరణముల భాగములు.

(హోమ్సు తర్వాత)

పర్వత జననము, మహాదేశ జననము

పటాల విరూపణము (*diastrophism*) అనే పదం భూపృష్ఠపు చలనము లన్నిటికీ వర్తిస్తుంది. భూకంపములవంటి త్వరిత చలనములనీ, మందచలనము లనీ వాటిని రెండు వర్గములుగా విభజించవచ్చు. మందగతికలిగి సాపేక్షంగా పెద్దవి అయిన చలనములలో రెండు రకాలు, పర్వత జనకములు, మహాదేశ జనకములూనూ, సన్నని పొడుగుసాటి పట్టిలవంటి క్షేత్రములు సంపీడన శక్తికి (*force of compression*) లొనై శిలాద్రవ్యము ముడతలుపడి, పైకిలేచి,

పర్వతములు ఏర్పడుతాయి. ఇది పర్వతజనక (orogenic) చలనము భూపృష్ఠ భాగం - చిన్నదిగానీ, పెద్దదిగానీ - సంపీడన లేకుండా, ముడతలు పడకుండా, పూర్వస్థితి మారకుండాగానీ, ఎత్తుకిగానీ, పల్లానికిగానీ, స్వల్పంగా వాలు ఏర్పడి నట్లు పైకి లేవడంగానీ, దిగబడడంగానీ జరిగితే దానిని మహాదేశ జనక చలనం (epeirogenic) అంటారు. సాధారణంగా నేలను పైకిఎత్తే పటలవిదూపణ శక్తులు, క్రిందికి అదిమే శ కులకన్న బలీయంగా ఉంటాయి.

భూ వైజ్ఞానికంగా ఇటీవలికాలంలో శిలాద్రవ్యంలో ముడుతలుపడి, ఇంకా ఇప్పటికీ తరుచు భూకంపాలు కలుగుతూ ఉండే చలక్షేత్రములను ప్రస్తుతం గుర్తించవచ్చు. హిమాలయపర్వతప్రాంతం అట్టి చలక్షేత్రములకు చక్కని ఉదాహరణ. బహు మందంగా అవసాదములు నిక్షిప్తమైన సన్నని పొడుగుపాటి పథములలో చలక్షేత్రములు ఉద్భవిస్తాయి క్రిందికి దిగబడే లక్షణంగల చలక్షేత్రాన్ని విస్తీర్ణ అభినతం (geosyncline) అంటారు. క్రిందికి దిగబడే అభినతి మీద అవసాదంవల్ల అధికాధికంగా బరువుపెరిగి, విస్తీర్ణాభినత శిలల క్రింది పునాదులను చాలా లోతుకు కిందికి తొక్కివేయడంవల్ల, ఆ క్రింది భాగాలు చాలా వేడెక్కుతాయి. అఖరికి పర్వత జననం మొదలు అయి, సన్నని చలక్షేత్రం పైకి లేవనెత్తబడి, పర్వతాలు ఏర్పడుతాయి. భూ పృష్ఠంలో అడుగున తయారైన కరిగిన ద్రవ్యం రాళ్ల మడతలలో నుంచి పైకి లేవనెత్తబడి అగ్నేయ లంఠ స్ఫ్రావాలు ఏర్పడుతాయి.

కొత్తగా ఏర్పడ్డ పర్వతజనకక్షేత్రం వాతావరణ కారకములచేత వేగంగా కోసివేయబడుతుంది. ఈవిధంగా కోసివేయబడిన అపారమైన ద్రవ్యం నదులచేత మోసుకుపోబడి, మరొకచోట నిక్షిప్తం అవుతుంది. సాధారణంగా పర్వతజనకక్షేత్రపు ఆయుఃప్రమాణము కొన్ని కోట్ల సంవత్సరాలు.

మహాదేశజనక చలనములు ఖండములను, సముద్రపునేలలనూ మారుస్తాయి. సంపీడనంగానీ, వలనము (folding) గానీ లేకుండా ఆ ప్రదేశాలు పైకి ఎత్తబడడంగానీ, కిందికి దిగబడడంగానీ జరుగుతుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు భూపృష్ఠం స్వల్పంగా సమాచలనం (warping) చెందడంకూడా కద్దు. మహాదేశజనక

కల్లోలములలో శిలాద్రవ్యం విభాగము (fracture) గానీ, భ్రంశము (fault) గానీ అవుతుంది.

నేల ఎంత పైకి లేచిందో, లేదా ఎంత కిందికి దిగబడిందో లెక్కకట్టడానికి ఒక ఆధారతలము (datum level) అవసరం. సముద్రతలాన్ని ఆధారతలంగా తీసుకోవచ్చు. ఏమంటే సముద్రపు సరాసరి జ్వారీయతలము (tidal level) సుమారుగా స్థిరంగా ఉంటుంది. పటములలో చూపించే ఎత్తులన్నీ ఈ సముద్రతలాన్ని ఆధారతలంగా తీసుకుని సూచింపబడ్డవే. భూసముద్రతలములమధ్య ఎత్తులలో చిన్నచిన్న మార్పులు జరిగినట్లు భూమి చరిత్రను చూస్తే తెలుస్తుంది.

### భూప్రదేశపు ఉన్నయనము

సముద్రతలం కన్న ఎత్తుగా ఉన్న తీరప్రాంతము, ఉత్థాపిత తరంగ కృత వేదికలు (elevated wave-cut terraces), సముద్రగుహలు, ఫాసిలీఫెరస్ స్తరములు—ఇవి భూప్రదేశము పైకి లేచిందనడానికి నిదర్శనాలు. సూరత్ సమీపంలో సముద్రతలానికి పైన బసాల్ట్ లావామీద న్యుమ్యులైట్ (Nummulitic) సున్నపురాళ్లు పడి ఉండడాన్ని ఆధారంగా చేసుకుని, దక్కను పీఠభూమిపైకి లేవనెత్తబడిందని ఊహింపబడుతుంది.

### భూప్రదేశము (దిగబడుట) క్రమం

నిమజ్జితమైన అడవులు, లోయలు, భవనాలూ మొదలైనవి భూప్రదేశం దిగబడిందనడానికి నిదర్శనాలు.

1819 లో వచ్చిన భూకంపఫలితంగా రాన్ ఆఫ్ కచ్ లో కొంతభాగం నిమజ్జితం అయిపోయింది.

అండమాన్, నికోబార్ దీవులు అరకన్ తీరంనుంచి వేరై పోవడానికి నిమజ్జనం కారణం.

బొంబాయిద్వీపంలో తూర్పువైపున నీటిమట్టానికి 4 మీటర్లకింద బురదలో కప్పబడిన చెట్లు కనబడ్డాయి. మద్రాసురాష్ట్రంలో తిరునల్వేలితీరంలో నిమజ్జితమైన అరణ్యం కనబడింది. నీటినిబట్టి భూప్రదేశం అక్కడక్కడా దిగబడి లేదా క్రమగతిని పోషించిందని చెప్పడానికి వీలవుతున్నది.



## అజిన ప్రకరణం

### అగ్నిపర్వతములు - భూకంపములు

‘శిలాద్రవం లేదా మాగ్మా గడ్డకట్టగా ఏర్పడ్డ శిలలను అగ్నేయ శిలలు అంటారు’ అని 4-వ ప్రకరణంలో నిర్వచించాం. ఘామిలో చాలా లోతునుంచి పైకివచ్చిన ద్రవ్యాలకి అగ్నేయశిలలు ప్రతినిధులు. అలా ప్రవహించడంవల్ల ఏర్పడిన సూక్ష్మకణీయములైన నున్నవి గాజువంటి శిలలను జ్వాలాముఖ శిలలు అంటారు. అగ్నిపర్వత సక్రియత (Volcanic activity) వల్ల విశదమయే అగ్నేయ సక్రియతను ఘామిమీద చాలా ప్రదేశాలలో పరిశీలించవచ్చునుగాని, ఘామిలోపల లోతు ప్రదేశంలో జరిగే అగ్నేయ సక్రియతను పరిశీలించాలంటే ఘాభౌతిక సాంకేతిక ప్రక్రియలుగాని, లేదా తత్సంబంధమైన తదితర ప్రక్రియలుగాని ఉపయోగించవలసి ఉంటుంది.

### అగ్నిపర్వత సక్రియత, దానివల్ల ఏర్పడిన పదార్థాలు

అగ్నిపర్వతం అనేది నిజానికి భూపృష్టంలో ఏర్పడ్డ నెలీయ లేక రంధ్రం. దీనిద్వారా ఘామిలోపలిభాగాలతో సంబంధం ఏర్పడితోంది. దీనినుంచి కలిగిన ఎర్రని శిలాద్రవం పౌంఁటెన్ రూపంలో బయటికి ప్రవహిస్తుంది. వాయువులు, అగ్నిశిలాసంబంధమైన యాడిదకూడా ఘామి పైభాగానికి వెదజల్లబడతాయి. ప్రకృతిలో అతిభయంకరమైనదీ దర్శనీయమైనదీ బహుశా అగ్నిపర్వతవిస్ఫోటనమే. భూవైజ్ఞానిక శాస్త్రదృష్ట్యాచూస్తే ఘాపృష్టంలో భ్రంశములు, ముడతలూ కల్పించి, మహాదేశాన్ని పైకి కిందికి కదిలించే బృహత్తరశక్తులతో పోలిస్తే అగ్నిపర్వతాల ప్రాధాన్యత చాలా తక్కువ.

బయటికి వెదజల్లబడినద్రవ్యం అగ్నిపర్వతముఖద్వారంవద్ద సంచితమై, శంఖు ఆకారంగా ఏర్పడి, దానిపైన గల్లా ఆకారంలో విలం (crater) ఏర్పడి, అందులో నుంచి వేదేర్పన ?లాద్రవ్యమూ, వాయువులూ బయటికి తోయబడుతూఉంటాయి తరుచుగా ఏర్పడే శంఖు-విలం (cone-crater) ఆకారంగల అగ్నిపర్వతాలను

కేంద్రీయ జాతివిగా పేర్కొంటారు. ఏమంటే, వీటిలోని సక్రియత (activity) అంతా గొట్టంలాంటిద్వారంలో కేంద్రీకృతమై ఉంటుంది. కనుక చాలా పెద్దబలములను జ్వాలాముఖ కుండములు (calderas) అంటారు. అతిబలీయమైన విస్ఫోటనములవల్ల అగ్నిపర్వతపు శంఖాకారపు పైభాగం పైకి లేచిపోవడంచేతగానీ, పర్వతశిఖరంలోనికి కుదించుకుపోవడంవల్ల గానీ జ్వాలాముఖకుండలములు ఏర్పడుతాయి.

పైన వర్ణించిన కేంద్రీయజాతి అగ్నిపర్వతములేకాక, ఛామినెరియల (fissures) లోనుంచికూడా అగ్నిపర్వత విస్ఫోటనాలు జరుగుతూఉంటాయి కాని ఇవి అంత శక్తివంతంగా ఉండవు. కేంద్రీయజాతి అగ్నిపర్వతాలలో ఉన్నట్లు అపారమైన వాయువులు, శిలాశకలములు వీటిలో ఉండవు ఇండియాలోని దక్కన్ ట్రాప్ (Deccan trap) ప్రవాహములు బ్రహ్మాండమైన నెరియలలోనుంచి వచ్చినవని భావింపబడుతోంది

అవిచ్ఛిన్నంగా చాలాకాలంపాటు ఉద్బేదనం చెందే అగ్నిపర్వతాలు చాలా తక్కువ. 'ఆగి ఆగి' జరిగే అంతరాయి క్రియాశీలతే (intermittent activity) తరుచుగా కనిపిస్తుంది. కొన్ని అగ్నిపర్వతాలు ప్రసవ వస్థితి (dormant, ఈలాటిన్ పదానికి నిద్రించుట అని అర్థం)లో చాలాకాలం ఉండి, క్రియాశీలత పూర్తిగా ఆగిపోయిందా అనిపించేటట్లు ఉంటాయి పైకి. అగ్నిపర్వతం పూర్తిగా నిలవడం అయ్యే (అరిపోయే) ముందు క్షీణదశలో ప్రవేశిస్తుంది. ఆ క్షీణదశలో నీటియావిరి, తదితర ఉష్ణవాయువులు, బాష్పములు (vapours) బయటికి విరజిమ్ముబడతాయి. వీటిని "ప్యూమరొల్స్" అనిగానీ "సోల్ ఫూరాన్" అనిగానీ అంటారు.

ప్రపంచం మొత్తంమీద క్రియాశీలత కలిగిన అగ్నిపర్వతాలు ప్రస్తుతం 500 దాకా ఉన్నాయి. హిమాలయప్రాంతంలోగానీ, భారతదేశద్వీపకల్పంలోగానీ అగ్నిపర్వతాలు లేవు.

అండమానుదీవులకు తూర్పుగా బంగాళాఖాతంలో ఉన్న బేరన్ ద్వీపం (Barren Island) ప్రస్తుతం ప్రసవస్థానంలో ఉన్న అగ్నిపర్వతం. పూర్వం అది ఒక పెద్ద జ్వాలాముఖకుండమేగాని, ప్రస్తుతం దాని మండిత అవశేషం

(Truncated remnant) మాత్రమే మిగిలి ఉంది. మధ్యలో సౌష్ఠవమైన శంఖు, సముద్రతలానికి 350 మీటర్ల ఎత్తున బలము, వాటిచుట్టూ 3 కిలోమీటర్ల వ్యాసార్థంగల “ఏంఫి థియేటరు” ఉన్నాయి ఆ శంఖుయొక్కమూలం సముద్రంలో కొన్నివేలమీటర్ల లోతున ఉంది. 19 వ శతాబ్దారంభంలో ఈ అగ్నిపర్వతం విస్ఫోటనంచెంది, అప్పటినుంచి ఇప్పటివరకూ ప్రసుప్తావస్థలోఉంది. తరువాత మందమైన సోల్‌ఫూరికస్థితిలోకి జారిందని ఆచిలకుడ్యములమీద పడిఉన్న గంధకమునుబట్టి తెలుస్తోంది. భారతదేశానికి చెందిన మరొక అగ్నిపర్వతంపేరు ‘నర్కొండమ్’ (Narcondam). ఇది బేరన్‌దీవులలోకి ఈశాన్యంగా సుమారు 150 కిలోమీటర్లదూరములో ఉన్నది. ఇది బహుశా పూర్తిగా ఆరిపోయిందని తోస్తుంది. దీని బలకుడ్యం పూర్తిగా శిథిలమైపోయింది.

భూమిమీద అగ్నిపర్వతాలు ఉండే ప్రదేశాలూ, ఘాతంపాలు సంభవించే మండలాలూ చాలాభాగం ఒకటిగానే ఉన్నాయి. దీనినిబట్టి ఈ రెండు ప్రక్రియలకూ ఏదో నిర్దిష్టమైన సంబంధం ఉన్నట్లుగా సూచింపబడుతున్నది. లోతైన మహా సముద్రాలతీరాలలో ఘాతంఉండు తీరపువాలులలోనూ, యౌవనావస్థలోఉన్న పర్వతములదగ్గరలోనూ అగ్నిపర్వతాలు ఉండడం గమనిస్తే భూపృష్ఠంలో అవుకుగా ఉన్నచోట్ల ఇవి ఉంటాయని తెలుస్తోంది

అగ్నిపర్వతాలు వెదజల్లే వాయువులలో అతి ముఖ్యమైనది నీటిఆవిరి. ఈ నీరు బహుశా భూమి పైభాగాన ఉన్న సరస్సులనుంచీ, సముద్రాలనుంచీ. భూమి గత జలమునుంచీ వచ్చిఉంటుంది. నీటిఆవిరితోబాటు కార్బన్ డైఆక్సైడు, నల్ఫర్ డై ఆక్సైడు, కొద్దిగా హైడ్రోజను, కార్బన్ మోనాక్సైడు, గంధకము, క్లోరిన్ కూడా ఉంటాయి.

అగ్నిపర్వతాలలో నుంచి బయటికి వచ్చిన కరిగివున్న ఉష్ణద్రవ్యమునూ, అది చల్లబడగా ఏర్పడ్డ శిలలనూ కూడా “లావా” అంటారు. వీటికి మూలమైన భూమి లోపల ఉండే కరిగిన శిలాద్రవాన్ని “మాగ్మా” అంటారు. బిలంనుంచి బయటకు వచ్చేటప్పుడు శ్వేతతప్తంగా (white hot) ఉన్న లావా షీజరక్తవర్ణంలోకి మారుతుంది. కొండవాలులలోనుంచి బయటికి జారేటప్పుడు అది క్రమంగా చల్ల

బడుతూ ఉంచే మరింతగా చిక్కబడుతూ ఉంటుంది. ఖనిజములు స్పటికీకరణము చెందడం ప్రారంభిస్తాయి. ఆఖరికి అంతా గట్టిపడుతుంది. బసాల్టిక్ లావాలు చురుగ్గా కదిలి అన్ని దిక్కులకూ చాలాదూరం ప్రవహిస్తాయి. ఇటువంటి లావలతో ఏర్పడిన దక్కన్ ట్రాప్స్ వైశాల్యం సుమారు 5 లక్షల చదరపు కిలోమీటర్లు, పూర్వం దీని వైశాల్యం ఇంకా ఎక్కువగా ఉండి ఉండవచ్చు. ఏమంటే, అనేక వేల సంవత్సరాలపాటు అనాచ్ఛాదన (denudation) కి గురి అవుతూ, బసాల్ట్ లోపలికి కోయబడి, పై నున్న ముక్కలు ఎన్నెన్నో తొలగి బహుదూరం జరిగి పోయి ఉండవచ్చు. ఈ ముక్కలను బట్టి చూస్తే మొట్టమొదట ఈ లావా 14 లక్షల చదరపు కిలోమీటర్ల మేర ఆక్రమించి ఉండేదని తెలుస్తోంది. సిలికా అధికంగా కలిసిన ఆమ్లపు లావాలు (acid lavas) చాలా చిక్కగా ఉండుట మూలంగా ఎంతో దూరం ప్రవహించవు

లావా సముద్రంలోకి ప్రవహించినా, మ రేవిధంగానైనా నీటితో కలిసినా అది మెత్తలు మెత్తలుగా ఘనీభవిస్తుంది. దానిని “పిల్లోలావా” (pillow lava) అంటారు పూర్వ కాంబ్రియన్ యుగానికి సంబంధించిన అటువంటి లావాలు మైసూరు రాష్ట్రంలో కనిపిస్తాయి, (రెండవ చిత్రపటం చూడు).

ఏక సమానరూపురేఖలు కలిగిన సూక్ష్మకణీయ బసాల్ట్లలో స్తంభాకార సంరచనలు (columnar structures) అప్పుడప్పుడు ఏర్పడుతాయి బొంబాయికి దగ్గరలో దక్కన్ ట్రాపులలో స్తంభాకార బసాల్టులు కనిపిస్తాయి (3వ చిత్ర పటం చూడు)

అగ్నిపర్వతవిస్ఫోటనాలవల్ల అమిత తప్తమైన ద్రవ్యం గాలిలోకి విరజిమ్మ బడి, తరువాత ఘనపదార్థపు ముక్కలుగా భూమిమీద పడుతుంది. ఈ ఘనపదార్థంలో స్వల్పపరిమాణం గల చిన్నచిన్న దుమ్ముకణములలో నుంచి, టన్నులకొద్దీ బరువున్న ముక్కలవరకూ ఉండవచ్చు. ఇటువంటి ద్రవ్యాన్ని “పైరోక్లాస్టులు” (pyroclasts) అంటారు. అగ్నిపర్వతముల కుడ్యములనుంచీ, గడ్డకట్టి అగ్ని పర్వతముఖాన్ని కప్పివేసిన లావానుంచి, అగ్నిపర్వత ద్వారాన్ని మూసివేసిన మాగ్మా పైపెచ్చునుంచీ ఈ పైరోక్లాస్టు ద్రవ్యం ఏర్పడుతుంది.

అగ్నిపర్వతంనుండి పైకిఎగిరిన శిలాద్రవం గాలివేగానికి సుడులు సుడులుగా ఘనీభవించి క్రిందపడితే వాటిని “అగ్నిపర్వతశాంఘలు” అంటారు. 2 సెంటీ మీటర్లనుంచి, దుమ్ముకణముల పరిమాణంవరకూ ఉండే ముక్కలను అగ్నిపర్వతపు “సిండర్స్” (cinders) అంటారు. వీటిలో పెద్దగా వుండే సిండర్స్‌ని “లాపిలీ” అంటారు తక్కువ పరిమాణంలో ఉంటే దానిని ఖస్మం (ashes) అంటారు. ఇది, మండడం లేదా కాలడంవల్ల ఏర్పడ్డ పదార్థాలుకావు. అగ్నిపర్వత ఖస్మం అనేది బహుసూక్ష్మకణములుగా విభక్తమై అగ్నిపర్వతముఖం నుంచి వెలువడ్డ ద్రవ్యం. ఈ ఖస్మం గాలిలోకి అనేక కిలోమీటర్ల ఎత్తుకు ఎగిరి, గాలిలో చాలాకాలం తేలియాడుతూ, వాయుప్రవాహాలవల్ల అనేక వందల, ఒక్కొక్కప్పుడు అనేక వేల కిలోమీటర్ల దూరం కొట్టుకుపోతూ ఉంటుంది. అగ్నిపర్వత ధూళి ఖస్మముల పొరలు తరుచు దగ్గరగా కదనొక్కుతుని “టఫ్” (Tuff) అనబడే శిల తయారవుతుంది.

#### భూకంపములు-వాటి కారణములు, పలితములు

ప్రాకృతిక సంఘటనలలో అతి భయానకమైన వాటిలో భూకంపాలు ఒకటి. వాటివల్ల అపారమైన ధన ప్రాణ నష్టం ఒరుగుతుంది. భూపృష్ఠంలో కొంతభాగం హఠాత్తుగా కదలడాన్ని భూకంపం అంటారు. భ్రంశముల (faults) గుండా శిలాద్రవం జారిపోవడంవల్ల ముఖ్యంగా భూకంపాలు కలుగుతాయి కొన్ని కొన్ని భూకంపాలు భూమిలో అనేకవందల కిలోమీటర్ల లోతున - వత్తిడి, ఉష్ణోగ్రత అధికంగా ఉండేచోట - ఉద్భవిస్తాయి. భూకంప సమయంలో, భ్రంశరేఖకు అటూ ఇటూ సన్నని మండలంలోనే నేల విజంగా జరుగుతుంది. అటువంటి పరిస్థితిలో ప్రధానంగా “షాక్” తగిలే మండలమూ, తద్వారా నష్టం జరిగే ప్రదేశమూ రేఖీయంగా (linear) ఉంటాయి. దానికి కారణం ప్రకంపనాలు విభంగరేఖలలో పుట్టడమే కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల పొడుగున ఉన్న విభంగరేఖలో కేవలం 5 నుంచి 15 మీటర్లు జరిగినప్పటికీ చాలా పెద్ద భూకంపం వచ్చే అవకాశం ఉంది.

భూకంపం కలగడానికి మరొక కారణం అగ్నిపర్వత సక్రియత. కాని, ఇది ఏమంత ముఖ్యమైనది కాదు. అగ్నిపర్వత ఆంతర్గత వాయువుల వత్తిడివల్ల గానీ,

బయటికి పోవడానికి యత్నించే శిలాద్రవపు కదలికలవల్లగానీ భూపృష్ఠపు కింది భాగం హఠాత్తుగా వీగిపోవడంవల్ల బహుశా కొన్ని భూకంపాలు కలుగుతూ ఉండవచ్చు అగ్నిపర్వతాలవల్ల కలిగే భూకంపాల పరిమితశక్తిమంతములై ఉంటాయి భూపృష్ఠవిభంగంవల్ల కలిగే భూకంపాలకన్న తక్కువ పరిధిలో సంభవిస్తాయి.

భూ స్థలనములు (Landslides), సముద్రాంతర స్థలనములు. గుహాపతనములు ఏగైరాలు భూకంపాలను కలిగించగల చిన్నచిన్న కారకాలు.

భూకంపాలు . తి సామాన్యంగా సంభవిస్తూ ఉండడాన్ని గమనిస్తే భూమ్యుపరితలం కంపనరహితంగా ఎన్నడూలేదని తోస్తుంది. ఈ కంపనాలలో చాలా భాగం బహు స్వల్పమైనవి. బహు అరుదుగా మాత్రమే పెద్దపెద్ద కంపాలు కలుగుతూ ఉంటాయి.

మనకు అనుభూతం కాగల భూకంపాలు కొద్ది సెకనులనుంచి అనేక నిమిషాలవరకూ కంపిస్తాయి. సాధారణంగా భూకంపముల షాక్ తీవ్రతరం అయితే కంపించే సమయం కూడా దీర్ఘతరంగా ఉంటుంది. చాలా ప్రమాదం కలిగించగల భూకంపాల అవధి (duration) సుమారు ఒకటి రెండు నిమిషాలు ఉంటుంది.

భూమి మరీ దృఢవస్తువు (rigid body) కాదనీ, ఇంచుమించు (ఇలాస్టిక్కు) “సంకోచ వ్యాకోచక శక్తి కలిగి ఉన్నదనీ గుర్తించుకోవడం అవసరం కనుక హఠాదావేగం (sudden impulse) వల్ల కొంత భూభాగం కంపిస్తుంది. షాక్ పుట్టిన చోటనుంచి భూమిలో అన్నిదిశల భూతరంగరూపంలో ప్రకంపనాలు ప్రయాణం చేస్తాయి భూపృష్ఠపు పైభాగంలో ఈ భూకంపతరంగాలు సాధారణంగా సెకనుకి 5 నుంచి 8 కిలో మీటర్ల వేగంతోనూ, లోతుకి వెళ్లినకొద్దీ ఇంకా వేగంగానూ ప్రయాణం చేస్తాయి.

భూకంపతరంగాలు మూడువిధాలు :

(1) ప్రాథమికతరంగాలు లేక P (పి) తరంగాలు (Primary waves), వీటినే అనులంబతరంగాలు (longitudinal waves) అనిగాని, సంపీడన

(compression) తరంగాలు అనిగాని వ్యవహరిస్తారు. ఇవి షాక్ కేంద్రం నుంచి అన్ని దిశలకూ ఋజురేఖలలో ప్రయాణం చేస్తాయి భూకంపతరంగాలన్నిటిలోనూ వేగవంతమైనవి ఇవే ఇవి సెకనుకి సరాసరి 5.5 కి.మీ. వేగంతో (అధికతమవేగం దీనికి రెట్టింపు ఉంటుంది.) ప్రయాణం చేస్తాయి. ఈ తరంగములలో కణములు గమనదిశలో ముందు వెనుకలకు కదులుతాయి

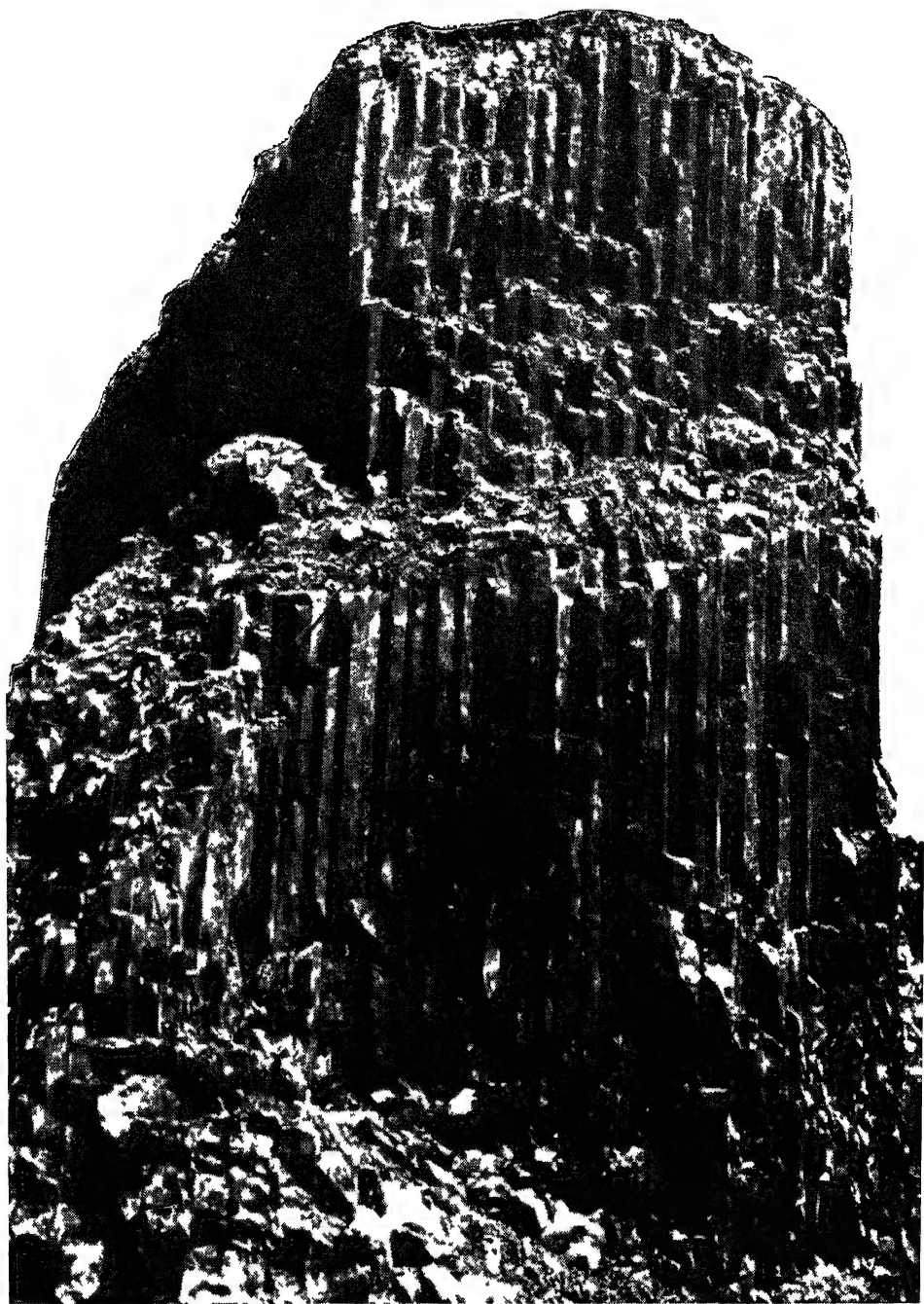
(2) ద్వితీయక లేక S (యస్) తరంగాలు (Secondary waves). వీటిని అను ప్రస్త (Transverse) తరంగాలు అని కూడా అంటారు. కణములు గమన దిశకు లంబంగా కంపింపడమే ఈ పేరుకి కారణం. ఇవి P తరంగాలకు సన్నిహితంగా ప్రయాణం చేస్తాయి వీటివేగం P తరంగ వేగంలో సుమారు సగం ఉంటుంది. కాని, ఇవి P తరంగాలకన్న ఎక్కువ వినాశకరములు. ఈ తరంగాలు భూమి ఉపరితలాన్ని చేరుకున్నప్పుడు నేల ఊగినలాడినట్లు అవుతుంది.

(3) P (పి), S (యస్) తరంగాలు. భూమ్యుపరితలాన్ని చేరుకున్న తరువాత ఉపరితల తరంగాలు, లేక L (యల్) తరంగాలు ఏర్పడుతాయి. ఇవి భూమి ఉపరితలం మీదనే గుండ్రంగా తక్కువ వేగంతో ప్రయాణం చేస్తాయి. ఈ L (యల్) తరంగాలు కూడా మహా నాశనకారులే. పెద్దపెద్ద భూకంపాలలో ఈ L (యల్) తరంగాలు భూమిని వేగంగా కదిలిపోయే తరంగాకారంగా వంచి, కట్టడాలను చెట్లనూ గుంజేస్తాయి.

భూమిమీద దూరస్థ బిందువులవద్ద వేరు వేరు భూకంప తరంగాలను “శిస్మో గ్రాఫు” అనే సున్నితమైన పనిముట్టు సహాయంతో వేరువేరుగా నమోదు చేయవచ్చు.

ద్వితీయక అనుప్రస్థతరంగాలు భూమిలోనికి 2900 కి.మీ. కన్న ఎక్కువ లోతుగా ప్రసరించవు. దీనిని బట్టి భూమి పైపొరలకన్న లోపలిభాగం నైస్కరికంగా విభిన్నమైనది అని స్పష్టంగా తెలుస్తోంది. అనుప్రస్థతరంగాలు ఘనపదార్థంలో మాత్రమే ప్రసరించగలవు కనుక భూమియొక్క అంతర్క్రోడము ద్రవ లక్షణాలు కలిగి ఉన్నదని ఊహించవచ్చు.

స్థలాకృతిమీద భూకంపములప్రభావం సాపేక్షంగా స్వల్పమే. ప్రకంపనాలవల్ల ముఖ్యంగా పర్వతప్రాంతాలలో భూస్థలనాలు కలుగుతాయి; అద్భుతమైన మెంటిల్



చిత్రపటము 3—బొంబాయిదగ్గర దక్కన్ ప్రాపులిలోని స్తంభాకార సంరచన (45-వ పేజీ చూడు)





చిత్రపటము 5—రాజస్థాన్‌లోని విభ్రపునతిగరి క్వారెజ్‌జెట్ శిలా స్తరములు (67-వ పేజీ చూడు)

శిల పగిలి విచ్చుకోవడంగానీ, దిగబడడంగానీ జరుగుతుంది. సూక్ష్మమైన అగ్ని పర్వతబిలములవంటి గుండ్రని చిన్నచిన్నరంధ్రాలు మట్టిలోనూ, ఘనీభవించని శిలలలోనూ ఏర్పడుతాయి. భూకంపాలకు కారణమైన భ్రంశములకు సమాంతరంగా గానీ, లంబంగా గానీ వంకరటింకరగా పగుళ్లు ఏర్పడుతాయి; భూస్పృశ్యపు సంక్షోభాలవల్ల పూర్వపు స్రోతస్సులు (springs) మూసుకుపోవచ్చు, కొత్త స్రోతస్సులు ఏర్పడవచ్చు.

భూకంపాలు మహాసముద్రాంతర్భాగాలలోకూడా కలుగవచ్చు. అప్పుడు మహా వేగవంతమైన బ్రహ్మాండమైన సముద్రతరంగాలు ఉద్భవిస్తాయి వీటిని “త్సనామీలు” (Tsunami) అంటారు ఈ త్సనామీ తరంగాలలో 3 అడుగులనుంచి శిఖరానికి 80 నుంచి 300 కి.మీ. దూరం ఉండవచ్చు. ఉత్పత్తిస్థానంలో ఈ తరంగాలు 15 మీ. ఎత్తుదాకా ఉండవచ్చు అవి గంటకు అనేకవందల కిలోమీటర్ల వేగంతో ప్రయాణం చేస్తాయి వీటివల్ల ఘాటులకు (wharf), ఓడలకు, ఇళ్లకు విపరీతమైన నష్టం కలుగుతుంది.

### ఇండియాలో భూకంపాలు

ఇండియాలోని ద్వీపకల్పభాగం ఇంచుమించు భూకంపరహితంగా ఉన్నప్పటికీ, ద్వీపకల్పానికి బయటమాత్రం తరుచుగా భారీభూకంపాలు కలుగుతూ ఉంటాయి. దీనికి కారణం ద్వీపకల్పబహిఃప్రాంతం హిమాలయమండలంలో ఉండడమే. ఈ ప్రాంతం ఇప్పటికీ ఇంకా సుస్థిరత్వం పొందలేదు. చిన్నచిన్న చలనములు ఇప్పటికీ సంభవిస్తూ ఉంటాయి. హిమాలయపు చెల్లలలోగల భ్రంశములలోనూ, ఉత్క్రమితములలోనూ (Thrusts) సంభవించే విస్థాపనముల (displacements) వల్ల నేకాకుండా గంగాసింధుజోధప్రాంతంకింద నలిగిపోయిన విభంగ శిలా వికృతమండలం (strained zone) ఉండడంవల్లకూడా భూకంపాలు కలుగుతూ ఉంటాయి. భూగోళంమీద తూర్పుపడమరలకు వ్యాపించిఉన్న మహాభూకంప మండలంలో మనదేశపు భూకంపమండలం ఉన్నది

1897 లో అస్సాములో వచ్చింది భూకంపం. మనదేశంలో సంభవించిన మహా భయంకరమైన భూకంపాలలో ఒకటి. ఒక్కనిమిషం వ్యవధిలో షిల్లాంగు.

తత్పరిసర ప్రాంతాలూ (సుమారు 300 లక్షల చ. కి. మీ. ప్రదేశం) మరుభూమిగా మారిపోయాయి వార్తాప్రసారసాధనాలు ధ్వంసమయ్యాయి. మైదానాలు పగుళ్లు విచ్చి, అందులోనుంచి నీళ్లు ఫౌంటెన్ లాగ ఎగజిమ్మాయి. బ్రహ్మాండమైన భూస్థల నాలతో కొండప్రాంతాలు నామరూపాలు లేకుండా పోయాయి

1905 లో సంభవించిన కాంగ్రా భూకంపం ఇంకా తీవ్రమైనది. 20,000 మంది చనిపోయారు. తపతి లోయకు ఉత్తరంగాఉన్న భూభాగం అంతా కంపించింది. ముఖ్యమైన కంపం హరాత్తుగా సంభవించినప్పటికీ, ఆ తరువాత ఒకమాదిరి కంపాలు కొన్ని నెలలవరకూ కలుగుతూనే ఉన్నాయి. కొన్ని భూభాగాల ఎత్తులలో స్వల్పంగా మార్పులు వచ్చాయి. ఉదారహరణకి, డెహ్రాడూన్, సివాలిక్ పర్వతాలు ముస్సోరీతో పోల్చిచూస్తే 35 సెం. మీ. పైకి లేచాయి.

1934 లో వచ్చిన బీహారుభూకంపం చాలా తీవ్రమైన వాటిలో ఒకటి. కొద్ది విమిషాలలో మోన్ గిర్, భట్ గాం (నేపాలు) పట్టణాలు నాశనమైపోయాయి. ఖాట్మండు, పాట్నా, డార్జిలింగులలోని కట్టడాలకు, విపరీతమైన నష్టం సంభవించింది. గంగానదికి రెండువైపులా అనేకమైన నెరియలుపడి, నీరు, ఇసుక బయటికి పొంగివచ్చాయి. దాదాపు 12,000 మంది చనిపోయారు.

## ఏడవ ప్రకరణము

### పర్వతములు - వాటి పుట్టుక

భూపృష్ఠాన్ని వికృతం కావించే శక్తుల ఫలితంగానే పర్వతా లేర్పడుతాయి. వాటిశిఖరాలు చుట్టుపక్కల ప్రదేశాలకన్న కొన్నివందల, లేదా కొన్నివేల మీటర్ల ఎత్తున ఉండడంచేత వాటిని ఇంగ్లీషులో “హిల్స్” అన్నారు. ఎత్తుగా లేచి శిఖరాగ్రాన స్వల్పమైన తలం ఉన్నదాన్ని పర్వతం అని నిర్వచించవచ్చు. చిన్న పర్వతాలను కొండల (hills) అనవచ్చు కాని, ఈ పదాలు కేవలం సాపేక్ష్యములు. సుమారుగా శంఖు ఆకారంలో ఉన్న పర్వత అగ్రభాగాన్ని శిఖరం (peak) అంటారు. ఉదాహరణకి ఎవరెస్టు శిఖరం 4 వ ప్లాటులో చూపబడింది. సన్నగా పొడుగ్గా ఇంటికప్పులా శిఖరం ఉంటే దానిని “రిడ్జి” (ridge) అంటారు. అనేక శిఖరాలూ, రిడ్జిలూ ఇంచుమించు ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఉండి, వయస్సులోనూ, ఉత్పత్తిలోనూ దగ్గరసంబంధం కలిగిఉన్న పర్వతమాలికను “రేంజి” (range) అంటారు. హిమాలయాలు ఈ తెగకు చెందుతాయి. ఒకే ఉత్థాపిత ప్రదేశానికి చెందిన, ఒకదానికొకటి సమాంతరంగాగానీ, రేఖీయంగాగానీ ఉన్న పర్వతాలరేంజిలు అనేకంకలిసి పర్వత వ్యవస్థ (Mountain system) అవుతుంది. రెండుగాని, అంతకన్న ఎక్కువగాని వయస్సులోనూ, ఉత్పత్తిలోనూ సంబంధంలేని వ్యవస్థలుగాని, రేంజిలుగాని సన్నగా పొడుగ్గా పట్టిలుగా ఏర్పడితే దానిని పర్వత చూల (Mountain chain) అంటారు.

### పర్వతముల పుట్టుక

మహాపర్వతాలరేంజిలు, వ్యవస్థలు చాలాభాగం పటలవిరూపితమైన ఉత్పత్తికలవి. ఈ రకమైన పుట్టుకకు హిమాలయ రేంజి చక్కని ఉదాహరణ. అటువంటి రేంజియొక్క సంరచనను పరిశీలిస్తే వాటికి కారణభూతమైన బ్రహ్మాండమైన భూచలనములు, భ్రంశములు, వికాలమైన ఉత్సమావలనములు (upwarps), ముడుతలు మొదలైనవి తెలుస్తాయి.

పెద్ద పెద్ద ముడతల రేంజీలు అన్నీకూడా విస్తీర్ణాభినతి అనబడే నిమ్నసమావలనములు కలిగిన ప్రదేశములమీదనే ఉన్నాయి. భూమిచరిత్రలో అనేక యుగములలో అనేక ప్రదేశాలలో అనేకవేల మీటర్ల మందానస్తరములు సంచితమైన ప్రదేశాలు ఈ విస్తీర్ణాభినతులు ఈ విధమైన అవసాదములతో నిండిన విస్తీర్ణాభినతీద్రోణులు సామాన్యంగా అపారమైన పార్శ్వకపీడనములకు (lateral pressures) గురిఅయి, విపరీతంగా ముడతలుపడి, పర్వతపంక్తులు ఉద్భవిస్తాయి దరిమిలాని అవరదనంవల్ల పైనున్న ద్రవ్యం తొలగిపోయి ప్రస్తుతపు ముడతలు బయటపడ్డాయి. ఈ ముడతల ప్రధాన అక్షములు సామాన్యంగా ముడతల రేంజీ యొక్క ఉపనతి (trend) కి సమాంతరంగా ఉంటాయి. రేంజీయొక్క ఉపనతికి లంబంగా సంపీడనశక్తి ప్రవర్తించడమే దీనికి కారణం విస్తీర్ణాభినతిగా మొదలైన దీర్ఘకృత భూపృష్ఠమండలాన్ని పర్వతజనకశీతం అంటారు ముఖ్యంగా భ్రంశముల వల్ల ఏర్పడిన పర్వతాలు భూమిమీద చాలాచోట్ల కనిపిస్తాయి. ఇంచుమించు సమాంతరంగా ఉన్న రెండు భ్రంశతలములగుండా నేలపైకి లేవనెత్తబడి హోర్స్ ట్ (horst) ఏర్పడుతుంది ఒక్కొక్కప్పుడు ఉత్తప్రభూతము (upward thrust) ఒక్కపార్శ్వంలోనే ఉండి, ఒకవైపున ఎత్తు, ఒకవైపున వాలు ఏర్పడుతాయి. ఈ చలనములన్నీ ఇంచుమించు ఊర్ధ్వధరం (vertical) గా ఉంటాయి.

చాలాభాగం పర్వతాలలో ముడతల పడడం ప్రధాన సంరచనగా ఉంటుంది. అత్యధికంగా ముడతలుపడ్డ రేంజీలో భ్రంశములు తప్పకుండా ఏర్పడుతాయి. పర్వతములు పైకి లేవనెత్తబడినప్పుడు ఆగ్నేయ అంతస్సాగ్రవములు, బహిస్సాగ్రవములు ఏర్పడుతాయి. వలనము (ముడుతలుపడడం) వల్ల సామాన్యమైన దీర్ఘకృత ఉభారములు (domes) ఏర్పడవచ్చు, లేక అభినతి, అపనతీశ్రేణులుగానీ లేదా ఖావికాసంరచన (nappe structures) కు దారితీసే క్లిష్టమైన ముడతలుగానీ ఏర్పడవచ్చు.

ఖిలములనుంచి వెలువడే ద్రవ్యంతో శ్వాలాముఖి పర్వతాలు ఏర్పడుతాయి. అటువంటి శంఖులు, ఉభారములు స్వతంత్రమాలికలుగానూ, గ్రూపులుగానూ వివిధ ఔన్నత్యములతో ఏర్పడుతాయి.

పీఠభూములు, ఎత్తైన మైదానములు విశేష అపరదనంవల్ల అవశేషిక పర్వతములుగా మారవచ్చు. ముందు “కేన్యానులు” (canyons) ఏర్పడి, అపరదనం జరిగినకొద్దీ పెరియేళ్ళమధ్య మిగిలిపోయిన అవశేషాలు పర్వతాలు అవుతాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు పర్వతములు ఏర్పడడానికి మూలభూతమైన పీఠభూమి పూర్తిగా అరిగిపోయి కనబడకుండా ఉంటుంది. కాని, ప్రస్తుతపు పర్వతశిఖరములనుబట్టి పూర్వపు పీఠభూమిని ఊహించవచ్చు.

### భారతదేశపు పర్వతములు

భారతదేశంలో పర్వతశ్రేణులు చాలా ఉన్నాయి. వాటిలో ముఖ్యమైనవి హిమాలయములు, వింధ్య, ఆరావళి, సాత్పురా, తూర్పుకనుమలూ, పడమటి కనుమలూ. హిమాలయములు (హిమము=మంచు, ఆలయము=స్థానము) ప్రపంచంలోకెల్లా ఉన్నతమైన పర్వతవ్యవస్థ. అవి 2500 కి. మీ. పొడవున, 150 నుంచి 400 కి. మీ. వెడల్పున వ్యాపించి, సుమారు 5 లక్షల చ. కి. మీ. ప్రదేశంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. అవి తృతీయ మహాయుగంలో మధ్యధరాసముద్రంలో నుంచి పైకి లేవనెత్తబడ్డాయి. వివర్తనిక (tectonic) ఉత్పత్తిగల పర్వతాలకు ఇవి చక్కని ఉదాహరణ. బహుశా అనేకకోట్ల సంవత్సరాల వ్యవధిలో హిమాలయములు ప్రస్తుతపుటొన్నత్యానికి వచ్చిఉంటాయి. పైకి లేవనెత్తే ఈ చలనములు ఇంకా ఆగిపోలేదు, కనుకనే ఈ ప్రదేశం అస్థిరంగాఉండి భూకంపాలు వస్తూఉంటాయి. శిలా స్తరములు ముడతలుపడడం, పైకిలేవడంవల్ల పర్వతములు అతిమందగతిలో రూపుదాలుస్తాయి. ఈ వ్యవధిలో పాతనదులు తమ పాతశయ్యలను మార్చకుండా ప్రవహిస్తూ ఉండడంచేత మహాపర్వతశ్రేణులను నదులు కోస్తున్నట్లు కనవస్తాయి. ఉదాహరణకి పశ్చిమవాహిని అయిన సట్లెజ్ (శతద్రు) 6000 మీ. ఎత్తున్న రేంజినికోసి, నిట్రమైన పర్వతసానువులమధ్య ప్రవహిస్తోంది.

హిమాలయశ్రేణి పంపుతిరిగి ఉత్తరపార్శ్వము (convex side) గంగాసింధు మైదానంవైపు తిరిగిఉంది. వాటి దక్షిణ సరిహద్దు 300 మీటర్ల పశ్చిమ సమోచురేఖ (contour line) చేతనూ, 150 మీటర్ల స్రాక్ సమోచురేఖచేతనూ

చక్కగా నిర్దిష్టమై ఉంది. గిరిపీఠం (foot hills) నుంచి ఉత్తరంగా హిమాలయాలు అతిత్వరితంగా 8000 మీ ఎత్తుకు స్వల్పదూరంలో పైకిలేస్తాయి. వీటి శిఖరాలు నిరంతరమూ మంచుచే కప్పబడి ఉంటాయి. లోయలలోని హిమనదులకు మూలం అక్కడి హిమమే. హిమాలయాలలో చాలాభాగం హిమరేఖ (snow line) కు దిగువనేవుండి నదీప్రవాహాలచేత కోయబడివుంది.

హిమాలయాలను మూడు సమాంతర (లేదా రేఖాంశ) మండలాలుగా విభజించవచ్చు. ఉత్తరాన మహాహిమాలయం (హిమాద్రి), మధ్యలో చిన్నహిమాలయం (హిమాచలం), దక్షిణాన బయటిహిమాలయం (సివాలిక్) వీటిలో పార్శ్వతికరూపురేఖలు విభిన్నంగా ఉంటాయి. హిమాచి అనబడే మహాహిమాలయం మహాన్నతమై నిరంతరమూ హిమరేఖకన్న ఎత్తుగా ఉంటుంది సరాసరిఎత్తు 6000 మీ. అవరెస్టు శిఖరం (8848 మీ.) (శ్రీ వ చిత్రపటం), K<sup>2</sup> (8611 మీ) కాంచనగంగ (8598 మీ.), ధవళగిరి (8172 మీ.), పంగపర్వతం (8128 మీ.), గేశర్పర్ (8095 మీ.), గోపైన్ ధన్ (8013 మీ.), నందదేవి (7817 మీ) వంటి అత్యున్నతశిఖరాలు ఈ రేంజిలోనే ఉన్నాయి ఈ మహాపర్వతచాపం తూర్పు పడమరలలో చటుక్కున వంపుతిరిగి అంటమైంది మహాహిమాలయాల ఉత్తర సానువులు క్రమంగా కిందికి దిగివచ్చి, సమాంతరంగా చాలాదూరం వ్యాపించిన ప్రముఖ నదీలోయలలో ఆఖరు అవుతున్నాయి.

హిమాచలం అనబడే చిన్న హిమాలయం 75 కి.మీ వెడల్పుగల పర్వతపథం. పర్వతములు, లోయలు అన్నివైపులకూ వ్యాపించిఉన్నాయి. పర్వతాలు 9000 మీ. ఎత్తువరకునూ, లోయలు 1000 మీ. లెవెల్ ని చుంబిస్తూనూ ఉన్నాయి. శిఖరాలు అన్ని ఇంచుమించు ఒకేఎత్తులో ఉన్నాయి. దీనినిబట్టి ఈ పర్వతశ్రేణి కోసివేయబడ్డ పీఠభూమి అని తెలుస్తోంది.

సివాలిక్ అనబడే బయటి హిమాలయాలు గిరిపీఠములుగా ఏర్పడి, చిన్న హిమాలయాలకూ, మైదానాలకూ మధ్యగా ఉన్నాయి. వాటి వెడల్పు 10 నుండి 50 కి.మీ వరకూ, సరాసరి ఎత్తు 600 మీ. వరకూ ఉన్నది. ఉపరితృతీయ (Upper Tertiary) అవసాదీయ నదీనిక్షేపములవల్ల ఇవి ముఖ్యంగా ఏర్పడ్డాయి. భూచలనములవల్ల ఇవి ముడతలుపడి, భ్రంశములు చెందిఉన్నాయి. ఉత్తరదిశలో

డూన్స్ (duns) అనబడే సమతల లోయలలోకి దిగిఉన్నాయి. ఈ లోయలలో జనసమృద్ధి, వ్యవసాయమూ అధికము.

ఆరావళీ పర్వతాలు నైఋతినుంచి ఈశాన్యంగా రాజస్థాన్ గుండా విస్తరించి ఉన్నాయి. ఇందుమించు ఎడారివంటి బికనీరు, జోద్ పూరు, జై సమీరులు ఈ పర్వతాలకు పశ్చిమముననూ, సారవంతమైన ఉదయపూరు, జయపూరులు తూర్పుననూ ఉన్నాయి. విపరీతమైన ఉత్పత్తికల పర్వతశ్రేణులు అవశేషములు ఇవి. ఆరూ కొండలమీద ఉన్న గురుఖర్ (1722 మీ.) ఆరావళీ పర్వతాలలో అన్నింటికన్న ఎత్తైనది.

పర్వత శ్రేణి హిందూదేశ ద్వీపకల్పంలో ఇందుమించు ఈ మూలనుంచి ఆ మూలకి, సుమారు 1050 కి.మీ. దూరం విస్తరించి ఉంది. వీటి సరాసరి ఎత్తు 300 మీ. ఈ శ్రేణి ఒక ముఖ్యమైన జలవిభాజకం (water shed). సాత్పురాశ్రేణిలో కలసి ఇది దక్కన్ కి ఉత్తరసరిహద్దుగా ఏర్పడింది.

సాత్పురాశ్రేణి వింధ్యకు దక్షిణంగా దానికి ఇందుమించు సమాంతరంగా విస్తరించి ఉంది. ఇందులోని శిఖరాలు చాలాభాగం 1000 మీ. పైబడి ఉన్నాయి. వాటిలో అన్నింటికన్న ఎత్తయినది డూబ్ ఘర్ (1850 మీ.) ఇది పదమూర్త అనే గిరిపురం (hill station) దగ్గర ఉంది. సాత్పురాపర్వతాలు అనేక సమాంతర శ్రేణులుగా ఏర్పడి మధ్యలో సమతల విశాల లావా పీఠభూములను కలిగిఉన్నాయి. సాత్పురాపర్వతశ్రేణులు మధ్యలో వెడల్పు అధికమై, రేడియల్ డ్రైనేజీ (radial drainage) కలిగిఉన్నాయి. ఈ భాగంలో ఉత్తరాన మహాదేవపర్వతాలూ, దక్షిణాన గావిల్ ఘర్ పర్వతాలూ ఉన్నాయి.

పడమటి కనుమలు (నహ్యోద్రి) సముద్రతీరానికి ఇందుమించు సమాంతరంగా తపతీనదీముఖంనుంచి కన్యాకుమారివరకూ దక్కన్ పీఠభూమికి పడమటి సరిహద్దును ఆనుకుని విస్తరించి ఉన్నాయి. వీటి సరాసరి ఎత్తు 1200 మీ. తపతీనుంచి 16° ఉత్తర అక్షాంశందాకా ఈ పర్వతాలు క్షితిజసమాంతరంగా బనార్స్ లావాపలకలతో నిండిఉన్నాయి. వీటిలో ప్రాపులు అధికం. ఈ కనుమలు కొన్నిచోట్ల తీరమైదానంనుంచి ఇందుమించు నిట్రంగా 1000 మీ. పైకిలేచి ఉన్నాయి. దాని నిట్రమైన పార్వాన్ని చూస్తూఉంటే, ఏదో పాతకాలపు సముద్ర



తీరస్థమైన నిట్రపుకొండ అనిపిస్తుంది. కానీ అది బహుశా పశ్చిమభాగం ఇంకా పశ్చిమంగా దూరానికి జరిగిపోయిన భ్రంశం అయి ఉండవచ్చు. భారతద్వీపకల్పంలో ఉన్న నదులన్నీ - ఒక్క తపతీ, నర్మదలుతప్ప పడమటినుంచి తూర్పుకి ప్రవహించి (వాటి మాతృస్థానమైన పడమటికనుమల శిఖరాలు అరేబియాసముద్రానికి 50—80 కి. మీ. దూరంలో ఉన్నప్పటికీ) బంగాళాఖాతంలో పడడానికి ఈ ప్రత్యేకతే కారణం ఈ కనుమల శిఖరరేఖ త్ర్యంబకం దగ్గర, తంహిని దగ్గర రెండు పెద్ద పెద్ద వంపులు తిరిగింది. ఇవి గోదావరి, భీమనదీ ప్రవాహాలవల్ల కోయ బడి ఏర్పడ్డవే. ఈ భాగపు పడమటికనుమలలో కల్పాబాయ్ (1646 మీ.), సాల్ హార్ (1667 మీ.), మహాబలేశ్వర్ (1488 మీ.) చాలా ఎత్తైన శిఖరాలలో ముఖ్యమైనవి.

16° ఉత్తర అక్షాంశం నుంచి నీలగిరి పర్వతాలదాకా గ్రెనైట్, గ్నీస్ లు దక్కిన్ ట్రాప్ స్థానాన్ని ఆక్రమించాయి. ఈ ప్రాంతంలో కనుమలు తీరానికి చేరువగా విస్తరించి గూడలూరు దగ్గర నీలగిరి కొండలలో కలుస్తున్నాయి. కనుమలకు అడ్డంగా తూర్పు పడమరలకు వ్యాపించిన పాల్వాటు అంతరం (gap) ఉంది. ఈ అంతరం 144 మీ. ఎత్తున 24 కి. మీ. కనీసపు వెడల్పు కలిగి ఉంది. ఈ అంతరానికి సక్కనున్న కొండలు 1500 మీ. నుంచి 2000 మీ. ఎత్తువరకూ వ్యాపించి ఉన్నాయి. రెండు సమాంతర భ్రంశముల మధ్యని ద్రవ్యం దిగబడిపోవడంవల్ల ఈ అంతరం ఏర్పడి ఉండవచ్చు.

పాల్వాటు అంతరానికి దక్షిణాన కూడా పడమటి కనుమలు వ్యాపించి ఉన్నాయి. అనాయ్ ముడి (2695 మీ.) అనే చోటినుంచి మూడు శ్రేణులు - ఉత్తరంగా అనామలై, ఈశాన్యంగా పలని కొండలు, దక్షిణంగా కార్డమన్ కొండలు (ఏలమలై) విస్తరించాయి.

తూర్పుకనుమలు. తూర్పుకనుమల ఉత్తరపుకొన ఒరిస్సా, ఆంధ్రరాష్ట్రాలలో ఉంది. ఉత్తరాన వాటి సరాసరి వెడల్పు 200 కి. మీ., దక్షిణాన 100 కి. మీ. ఒరిస్సాలోని మహేంద్రగిరి (1501 మీ.) అనే శిఖరం చుట్టుపక్కల ఉన్న తీర మైదానంలో కొట్టవచ్చినట్లు కనిపిస్తుంది. ఈ కనుమలు ఈశాన్య నైఋతిదిశలుగా విస్తరించాయి. ఇందలి శిలలు ఖోండలైట్ జాతికి చెందినది.

ఆంధ్రలోని కడప, కర్నూలుజిల్లాలలోతప్ప మిగిలిన దక్కన్ లో ఈ తూర్పు కనుమలు అవిచ్ఛిన్నశ్రేణులుగా ఉండవు. పెన్నార్, కృష్ణానదులమధ్య ఉత్తర దక్షిణ దిశలుగా విస్తరించిన తూర్పుకనుమలయొక్క సమాంతరములైన రేంజులు, లోయలు ఉన్నాయి. వీటిలో అతిముఖ్యమైన రేంజి నల్లమల. ఇది కోరమాండల్ తీరానికి సమాంతరంగా విస్తరించి ఉంది. మైసూరురాష్ట్రంలోని శివసముద్రందగ్గర కావేరీనది ఈ కనుమలను అడ్డంగాకోసి, హోగెనకల్ దగ్గర జలపాతంగా పడు తోంది. కనుమల దక్షిణపుకొనదగ్గర బిలిగిరిరంగన్ కొండలు (అన్నింటికన్న ఎత్తైన శిఖరం 1750 మీ.) ఒక ప్రత్యేకశ్రేణిగా ఏర్పడ్డాయి

తూర్పుకనుమలకు తూర్పుగా మరి రెండు పర్వతసమూహాలు ఉన్నాయి. దక్షిణసమూహంలో పెనరాయ్ కొండలు, ఉత్తరసమూహంలో జవాదీకొండలు ప్రసిద్ధమైనవి.

తూర్పు పడమటి కనుమలు నీలగిరి దగ్గర కఙ్కుకుంటాయి. మైదానంనుంచి బహునిట్రంగా నీలగిరికొండ పెరిగిఉంది. బహుశా ఇది ఒక భ్రంశపరిభ్రంబము (fault scarp) అయి ఉంటుంది తూర్పుకనుమలలాగే నీలగిరికొండలు ముఖ్యంగా ఈశాన్య నైఋతిదిశలలో విస్తరించాయి. వీటిలో అత్యున్నతమైన శిఖరాలు దొడ్డబెట్ట (2637 మీ.), మాకుర్తి (2554 మీ.) అనబడే నీలగిరికొండల నైఋతి భాగాన్ని అడ్డంగా ఖండిస్తూ పర్వతశ్రేణులు, లోయలు ఉన్నాయి. మిగిలిన నీలగిరి ప్రదేశం ఎత్తుపల్లాలతో, గడ్డి మొలిచిన గుండ్రవి కొండలతో, దట్టమైన అడవు లతో నిండిన విశాలమైన లోయలతో నిండిఉంది.

## ఎనిమిదవ ప్రకరణము

### మైదానములు, పీఠభూములు

#### మైదానములు - వాటి పుట్టుక

మైదానాలు సాపేక్షంగా పల్లపుభూములు. ఇందు ఎత్తుపల్లాలు తక్కువగా ఉంటాయి. అవి బాగా చదునుగాగానీ, కొద్దిగా వాలుగాగానీ ఉంటాయి. అవి భూమిలోపలి శక్తులవల్లగానీ, లేదా ఎత్తుపల్లాలను సరిచేసే దాహిరశక్తులవల్లగానీ ఏర్పడి ఉండవచ్చు. వీటిలో కొన్ని చిన్నపైజువి, కొన్ని బాగా పెద్దవికూడా ఉన్నాయి.

మానవుని జీవనంలో మైదానాలకు చాలా ప్రముఖస్థానం ఉంది. ప్రపంచంలోని మహాపట్టణాలు చాలాభాగం మైదానాలలోనే నిర్మింపబడ్డాయి. ప్రజలలో చాలాభాగం మైదానాలలోనే నివసిస్తున్నారు. దీనికి కారణం ప్రపంచంలోని పెద్ద పెద్ద భాగ్యవంతమైన వ్యవసాయక్షేత్రాలన్నీ మైదానాలలోనే ఉన్నాయి. ఎత్తుపల్లాలు అధికంగాలేని మైదానాలమీద ప్రయాణసౌకర్యాలూ, వార్తాప్రసారసాధనాలూ పర్యవహరించుటకంటేనూ, పీఠభూములమీదకంటేనూ సులభం.

తీరప్రాంతాలసముద్రపునేల పైకి లేవనెత్తబడడంవల్లను గానీ, సముద్రం వెనుకకు తోసివెయ్యడంవల్లగానీ విస్తారమైన పెద్ద పెద్ద మైదానాలు ఏర్పడ్డాయి. అటువంటి మైదానాలు ఖండముల సరిహద్దుల దగ్గర సముద్రతలానికి కొద్దిగా పైన కనబడతాయి. వీటిని తీరస్థ మైదానాలు (*coastal plains*) అంటారు. ఖండములకు లోపలికిండే మైదానాలను అంతరస్థ మైదానాలు (*interior plains*) అంటారు. ఖండములలో కొంతభాగం పటలవిరూపణంవల్ల పైకి లేవనెత్తబడి, శిలలలో స్థలచలనం అంతగా కలుగక, స్థలఉపరితలంలో ఎత్తుపల్లాలు అధికంగా కలుగక పోతే వాటిని ఉన్నత మైదానములు (*high plains*) అంటారు.

గాలివల్ల, నీటివల్ల ఇంచుమించు ఆధారతలందాకా మెచ్చుతగ్గులు అధికంగా లేకుండా చదునుచేయబడ్డ ప్రదేశాలను ప్రాయ మైదానాలు (*pene plains*) అంటారు. ప్రాయమైదానాల ఉపరితలం చదునుగా ఉండదు. కొద్దిగా వాలుకలిగి, అక్క-

దక్కడ దీవులలాగ చిన్నచిన్న కొండలు అపరదనావశేషాలుగా మిగిలిపోయి ఉంటాయి. ప్రస్తుతం ఆధారతలందగ్గరనున్న ప్రాయమైదానాలు బహుశక్కువ. కాని ఉత్థాపిత ప్రాయమైదానాలు చాలా ఉన్నాయి. వాటిలో కొన్ని నిజమైన మైదానాలు.

ఎరడమైదానాంటూ, తెల్లమైదానాలంటూ ఉత్పత్తిరీత్యానూ, భౌగోళిక్ నిర్మాణరీత్యానూ దగ్గరసంబంధం ఉంది. శాఖోపశాఖలైన ప్రవాహాలు, చిత్తడినేలలు, ఆక్స్ బౌ సరస్సులు (ox-bow lakes), ముక్తశయ్యలు (abandoned channels) అటు వంటి మైదానాలలో బహుసామాన్యం. మట్టి చాలా సారవంతమైనదే కాని, పరదల ప్రమాదం అధికం

తీరస్థమైదానాలు తాత్కాలికమైనవి. అవి స్థానీయపటలనిరూపణమువల్ల మునిగి పోనూవచ్చు, పైకిలేవనూవచ్చు. కాని, అంతరస్థములైన మహామైదానాలు స్వల్ప భేదాలతో బహుకాలం నిలిచిఉంటాయి. ప్రస్తుతం ఆధారతలందగ్గరఉన్న మైదానాలు ప్రవాహపరదనానికి గురికావు వాలు ఎక్కువగాఉన్న మైదానాలు అపరదనం వల్ల బాగా మారిపోయి, క్రమాంతరాలమీద పర్వతములుగానూ, పీఠభూములు గానూ మెరకపల్లములతో గట్టిపడతాయి

### భారతదేశపు మైదానాలు

భారతదేశపు మైదానాలు పురాతన నాగరికాపీఠాలు కావడంవల్ల మానవ సమాజందృష్ట్యా అవి చాలా ప్రముఖమైనవి. భారతదేశంలో ఇంచుమించు అన్నిరకాల మైదానాలూ ఉన్నాయి.

జలోడ మైదానములు - వీటికి గంగా సింధు మైదానం చక్కని ఉదాహరణ. ఇది హిమాలయాలకు దక్షిణాన ఉంది. పడమట రాజస్థాన్ అల్పజలక (semi-arid) మైదానాలనుంచి తూర్పున గంగా డెల్టావరకూ వ్యాపించిఉంది. దీని ఉత్తరసరిహద్దు సునిర్దిష్టమై ఉంది కానీ, దక్షిణపుసరిహద్దుమాత్రం వంకర టింకరగా భారతీయ ద్వీపకల్పాన్ని ఆనుకుని ఉంది. నిమ్నసమావలనమువల్లనో లేక విభ్రంశపు లోయ (rift valley) వల్లనో ఈ గంగాసింధుమైదానం ఏర్పడింది. ప్రస్తుతం ఇది జలోడమైన డ్రోణి. దీని మొత్తం వైశాల్యం 6,52,000

చ. కి. మీ. ఇందులో మూడవవంతు పడమటి రాజస్థాన్‌లోని అల్పజలకప్రదేశంలో ఉంది. ఈ జలోడపు మందం గంగామైదానంలో అత్యధికంగానూ, పడమటిమైదానాలలో స్వల్పంగానూ ఉంది. ఈ మైదానతలం గంగాముఖద్వారం దగ్గర జ్వరీయతలం (tide level) తో సమంగానూ, పంజాబులో సముద్ర తలానికి 200 మీ. పైనా ఉంది. గంగా సింధు నదులకు చాలాదూరం సమాంతరంగా ప్రవహించే ఉపనదులు చాలా ఉన్నాయి.

పంజాబులోని ఈ మైదానపు అల్పజలకభాగాలు దక్షిణానికి విస్తరించి క్రమంగా రాజస్థాన్‌లోని థార్ ఎడారి అనబడే నిర్జలమైదానంలో విలీనం అవుతాయి. ఈ భాగం గంగా సింధుమైదానంలోని ఒకభాగమే అయినప్పటికీ దీనికి మిగిలిన మైదానానికి భేదం ఉంది. ఇక్కడ ప్రవాహోదకసక్రియతకన్న పవనసక్రియత అధికం. ఈ నిర్జలమైదానంలో చాలాభాగం పెర్మో - కార్బొనిఫెరస్ యుగంలో సముద్రవిమజ్జితమై ఉండేది. అభినూత (Pleistocene) యుగంలో ఈ భాగం పైకి లేవనే త్రబడింది. ఎండిపోయిన అనేక నదీశయ్యలు ఆ ప్రాంతంలో ఉండడం గమనిస్తే అది ఒకప్పుడు చాలా సారవంతమైనది అని తెలుస్తుంది. ప్రస్తుతం ప్రవహిస్తున్న నది ఒక లూనీ (సాల్ట్ రివర్) మాత్రమే ఈ నది బయలుదేరినచోట నీరు తియ్యగానే ఉంటుంది. మధ్యలో కొంచెం ఉప్పుగా ఉంటుంది. సముద్రంలో కలిసేముందు బాగా ఉప్పుగా ఉంటుంది అల్పజలకప్రాంతంలో ఉప్పునీటిసరస్సులు చాలా ఉన్నాయి. వాటిలో సంఖ్యాసరస్సు చాలాపెద్దది. జై సమీరుకు ఉత్తరంగా "రాన్" అనబడే స్థాయాసరస్సులు చాలా ఉన్నాయి. ఇవి ద్రోణులలాగ ఉంటాయి. వీటిలోకి నీరు అన్నివైపులనుంచీ రావడానికి అవకాశం ఉంది కానీ. ఇవి సాధారణంగా ఎండిపోయి ఉంటాయి. బార్మర్ ప్రాంతంలో ఇసుకదిబ్బలు 50 నుంచి 100 మీ ఎత్తువరకూ ఉంటాయి.

గంగామైదానం 3,57,000 చ. కి మీ విస్తీర్ణం కలది. ఇది ఉత్తరప్రదేశ్, బీహారు, పశ్చిమబెంగాలులలోకి వ్యాపించింది. ఈ మైదానపు పడమటిసరిహద్దు పక్కగా యమునానది 800 కి. మీ. దూరం ప్రవహించి, అలహాబాదుదగ్గర గంగా నదితో కలుస్తోంది. ఇంకా కొంచెం తూర్పుగా బీహారు మైదానం ఉంది. ఇది నదులమయం. దీని దక్షిణసరిహద్దును ఆనుకుని గంగ ప్రవహిస్తోంది. ఇక్కడ

గంగరా, గండక్, కోసి అనే మూడు పెద్ద ఉపనదులు గంగలో కలుస్తున్నాయి. నేపాల్ లోని హిమాలయపాదపీఠందగ్గర 2000 మీ. లోతువరకూ జలోఢ ప్రాంతంగా చేస్తున్నవి ఈ నదులే.

ఉత్తరభెంగాలు మైదానం తూర్పుహిమాలయపాదపీఠంనుంచి భెంగాలు ద్రోణియొక్క ఉత్తరసరిహద్దువాకా వ్యాపించిఉంది. బ్రహ్మపుత్రలో కలిసే నదులు దీని తూర్పుభాగాన్నీ, గంగ ఉపనదులు దీని పడమటిభాగాన్నీ తడుపు తున్నాయి. ఇంకా దక్షిణాన బరింద్ మైదానంఉంది. ఇది అభినూతనయుగంలో ఏర్పడిన పాత గంగా డెల్టా అదే దరిమిలాని పైకిలేచి, కోసివేయబడి, వేదికలుగా ఏర్పడింది భెంగాలు ద్రోణిలో ముఖ్యమైనది గంగా డెల్టా ఇది పల్లంగాఉన్న సమతలదేశం. సముద్రపు నీటిమట్టం మరో 6 మీ. ఎత్తు కనుక పైకిలేస్తే ఇది పూర్తిగా మునిగిపోతుంది. సుందర్ వనములలో జలోఢమైదానం సుమారుగా అవరదన ఆధారతలమునకు దగ్గరగా ఉంది. దీనిలో ఎన్నెన్నో కాలువలు, నీటి కయ్యలు ఉన్నాయి

హిందూదేశపు ప్రాకృత్తిమతీరాలను వర్ణించేటప్పుడు భారతీయ ద్వీపకల్పం లోని జలోఢమైదానాలను గురించి తెలుసుకుందాం.

వేదికాయుక్త మైదానాలు . హిమాలయప్రాంతంలో చాలానదులు చాలా ఎత్తున మైదానాలను తయారుచేసి, తరువాత వాటిని వేదికలుగా కోశాయి. (4 వ చిత్ర పటము) కాశ్మీరులో సింధునది, పంజాబు హిమాలయంలో సట్లెజ్ నది, కుమావ్ హిమాలయంలో గంగానది ఈ విధమైన వేదికాయుక్త మైదానాలను అనేక ప్రదేశాలలో ఏర్పరచాయి.

సరోవరీయ మైదానాలు (*Lacustrine plains*) హిమాలయములమీద, తదితర పర్వతాలమీద సామాన్యంగా ఉంటాయి. వేల్ ఆఫ్ కాశ్మీర్, ఇంఫాల్ ద్రోణి అనేవి అట్టి బహుపురాతన సరస్సులకు చక్కని ఉదాహరణలు. ముందర అవి జలభరితములై తరువాత పైకి ప్రస్తుతస్థితికి లేవనెత్తబడ్డాయి.

భారతదేశంలోని బహుసుందరమైన ప్రదేశాలలో ఒకటి అయిన కాశ్మీరులోయ వాయవ్యంనుంచి అగ్నేయంగా 150 కి. మీ. పొడవున, 80 కి. మీ. వెడల్పున ఉంది. దీని సరాసరి యెత్తు 1700 మీ. ఈ లోయచుట్టూ పర్వతవలయం ఉంది.

దక్షిణాన పీర్ పంజాల్ పర్వతాలు, ఉత్తరాన మహాహిమాలయాల ఉత్తరపుకొన ఉన్నాయి. జీలమీసది ఈ లోయకు అడ్డంగా దక్షిణంనుంచి ఉత్తరానికి ప్రవహిస్తోంది.

మణిపూర్ కొండల మధ్యభాగంలో పెద్ద ఇంఫాల్ ద్రోణి ఉంది. అది 50 కి. మీ. పొడవున, 30 కి. మీ. వెడల్పున ఉన్నతపర్వతపరివృతమై ఉంది. పురాతన సరస్సుయొక్క శయ్య అయిన ఈ మైదానం అభికేంద్రకమైన డ్రైనేజి (centripetal drainage) కలిగి ఉంది.

హిమాలీ మైదానములు (Glacial plains) కాశ్మీరహిమాలయానికి ఈశాన్యంగా లడక్ మైదానం ఉంది. ఇది సియోక్ నదికి తూర్పుగానూ, చాంగ్ చెన్ మో నదికి ఉత్తరంగానూ ఉంది. ఈ సమతల లోయలో పూర్వం హిమనదులు ప్రవహించిన గుర్తులు చాలా కనిపిస్తాయి.

గిరిపద మైదానాలకు (Piedmont plains) చక్కని ఉదాహరణలు హిమాలయ పర్వతపాదందగ్గర కనిపిస్తాయి. పంజాబులోని గిరిపద మైదానాలు వాగులవల్ల వేదికలుగా కోయబడ్డాయి. ఈ వాగులు ఏడాదిలో చాలాభాగం ఎండిపోయి ఉంటాయి.

సాధారణంగా పర్వతమయంగా ఉండే నిర్జల మైదానాలు ఆదావళీ పర్వతాలకు పడమరగా, ముఖ్యంగా జై సర్మీరు పట్టణ సమీపంలో కనిపిస్తాయి. లావా మైదానాలు పశ్చిమభారతంలో కొంకణ్ తీరంలో ఉన్నాయి. పర్వతముల ప్రతినరణము (recession) వల్ల ఏర్పడే పెడీ మైదానాలు (Pediplains) దక్షిణ భారతదేశంలో ఎక్కువ. నిర్గతజాతి (emergent type)కి చెందిన తీరస్థమైదానాలు ద్వీపకల్పంలో హెచ్చు. ఇందులో లాగూనులు (lagoons), వశ్యజలములు (backwaters) అధికం. పూర్వయుగములలో ఏర్పడి, తరువాత పైకి ఎత్తిబడిన ప్రాయమైదానాలు (peneplains) నీలగిరి, షిల్లాంగ్ కొండలలో కొండశిఖరాలమీద కనిపిస్తాయి.

### పీఠభూములు, వాటి పుట్టుక

సువిశాలంగా, చదునుగా ఉన్న ఉన్నతప్రదేశాలను పీఠభూములు అంటారు. సాధారణంగా ప్రక్కలనున్న నేలకి పీఠభూమి అంచులు పైకిలేచుటగాని, లేదా

కిందికి హఠాత్తుగా దిగజారిపోవుటగాని జరుగుతుంది. ఉన్నతస్థలం అన్న మాట కేవలం సాపేక్షం, ఏమంటే కొన్ని పీఠభూములు కొన్ని పర్వతాలకన్న ఎత్తుగా ఉండవచ్చు, కొన్నిమైదాచాలు పీఠభూములకన్న ఎత్తుగా ఉండవచ్చు. పీఠభూముల ఉపరితలములు మైదానాలలాగే సమతలంగాగానీ, కొద్దిగా వాలుగాగానీ, కొండలతో నిండిగానీ ఉండవచ్చు. ఒక్కొక్కప్పుడు నదులు వాటిని అనేకవిధాలుగా కోసి వేయడంచేత అనలు వాటి పీఠభూమి లక్షణాలు కోల్పోయి అవి పీఠభూములుగా గుర్తించుట కవకాశం లేకుండా పూర్తిగా మారిపోతాయి.

పటంవిరూపక పీఠభూములు (*Diastrophic plateaus*) చూమిమీది బాగా ఎత్తైన పీఠభూములన్నీ పటంవిరూపణంవల్ల ఏర్పడినవే. పైకి లేవనెత్తబడిన తరువాత ఆపరదనకములచేత కొన్నిసందర్భాలలో అగ్నిపర్వతసక్రియతచేత, సూక్ష్మ ఘాతలనములచేత వాటి రూపురేఖలలో మార్పులు వచ్చాయి. (1) అంతరపర్వతీయ పీఠభూములు (*intermontane plateaus*) అనీ, (2) పర్వతపరివేష్టిత పీఠభూములు (*mountain border plateaus*) అనీ, (3) ఉభారయుక్త పీఠభూములు (*folded plateaus*) అనీ వాటిని మూడుతరగతులుగా విభజించవచ్చు.

అంతరపర్వతీయ పీఠభూములు చాలా ఎత్తుగానూ, విశాలంగానూ ఉండి, వివిధస్థలాకృతులను కలిగిఉంటాయి. టిబెట్టు పీఠభూమి వీటికి చక్కని ఉదాహరణ. ఈ మహాపీఠభూమి 12,00,000 చ. కి. మీ విస్తీర్ణం కలిగి ఉంది. దీని సరాసరి యెత్తు 4000 మీ కు పైబడి ఉంది. అందులో చాలాభాగాలు సముద్ర తలానికి 6000 మీ. పైగా ఎత్తున నున్నాయి. ఆసియాలోకెల్ల పొడవైన కున్లన్ పర్వతాలు, హిమాలయములు, కారకోరం, తెయిన్ షాన్ పర్వతాలు దీనిని చుట్టి ఉన్నాయి.

పీఠభూములు చాలాభాగం పర్వతశ్రేణులను ఆనుకుని ఉంటాయి. పర్వతాలను పైకి లేవనెత్తిన శక్తియే వీటినికూడా పైకి ఎత్తింది. వలనమువల్లనూ, భ్రంశము వల్లనూ విశాలప్రదేశములు పైకి లేవనెత్తబడి ఉభారయుక్త పీఠభూములు ఏర్పడుతాయి.

స్వాల్పాముఖి పీఠభూములు (*Volcanic plateaus*). అగ్నిపర్వతములు తరుచు వెలిగిక్కిన లావావల్ల కొన్ని పెద్ద పెద్ద పీఠభూములు ఏర్పడ్డాయి. అట్టి



“వేతభూమి లావాలు” సాధారణంగా బసాల్ట్ తో నిండిఉంటాయి. ఈ విధంగా ఏర్పడ్డ పీఠభూములకు దక్కన్ ట్రాప్స్ ఒక చక్కని ఉదాహరణ. ఒక్కొక్కప్పుడు నేలమీద పడిన లావా ఆ నేలకు కవచంలాగ ఏర్పడి, చుట్టుపక్కల నేల కోసుకుపోయినప్పటికీ ఈ భాగంమాత్రం ఎత్తుగా మిగిలి నిమిక్వత (degraded) పీఠభూములు ఏర్పడవచ్చు.

అపరదన పీఠభూములు (Erosional plateaus) జలప్రవాహములవల్ల ఉన్నత మైదానములలో కొంతభాగం కోసివేయబడి, లోయలమధ్య సమతల ఉన్నత ప్రదేశాలు మిగిలిపోయి, నిమ్నపీఠభూములు ఏర్పడుతాయి.

పర్వతములలాగే పీఠభూములకూడా కాలక్రమేణా కోతబడి అరిగిపోతాయి నడులవల్ల. తదితర అపరదనకారకములవల్లనూ కోయబడి, వివిధ ఆవస్థలలో కనిపిస్తాయి. మరీ అధికంగా కోయబడకపోతే, వాటి సమతలప్రదేశాలు మైదానాల స్థలాకృతిని పోలిఉంటాయి అత్యధికంగా కోయబడితే పీఠభూముల విశిష్టలక్షణాలు పోయి, సన్నని మిట్టలు, లోతైన వాగులు, అఖరికి కొండలు, లోయలు కూడా వాటిస్థానంలో కనిపిస్తాయి. అపరదనం ఇంకా కొనసాగితే పీఠభూముల ఉచ్చిత్రత (relief) తగ్గి, అవి క్రమంగా ప్రాయమైదానాలుగా మారుతాయి.

### భారతదేశపు పీఠభూములు

తీరస్థమైదానాలను మినహాయిస్తే భారతీయ ద్వీపకల్పాన్ని ఒక మహాపీఠ భూమిగా భావించవచ్చు. బహువిశాలమైన సమతలమైదానాలు, లేదా వాలుమైదానాలు, అక్కడక్కడ 300 నుంచి 900 మీ. ఎత్తుగల శంఖాకారపు కొండలు, లేదా గుండ్రమైన కొండలు, సరిహద్దులలో పరిభాలంబములు (scarps) — ఇవీ పీఠభూమి ప్రధాన లక్షణాలు.

మధ్యప్రదేశ్ లో వింధ్యకు ఉత్తరంగాఉన్న మాల్యా పీఠభూమి లావా ప్రవహించడంవల్ల ఏర్పడింది. సమతలశిఖరఅరణ్యము క్తపర్వతములు, మధ్యమధ్య వాలు కలిగిన మైదానములూ ఉన్నాయి అక్కడ. మాల్యా పీఠభూమికి దక్షిణంగా వింధ్యపీఠభూమి ఉంది. అందులో ముఖ్యంగా కాంబ్రియన్ యుగానికి సంబంధించిన నదీసాగరియనిక్షేపాలు ఉన్నాయి. ఇది అనేకసార్లు పైకి లేవనెత్త

బడి ప్రాయమైదానంగా చేయబడింది ప్రతిరోధక క్వార్టైటు శిలానిర్మితమైన ప్రాకృతిమణిలలో అపరదితపరిణామములతో నిండిన సమతలశిఖరం కలిగిన అభినతి అది.

బెంగాలు ద్రోణికి పడమరగా ఛోటానాగపూరు పీఠభూమి ఉంది. ఇందులో ప్రముఖమైనభాగం రాంచీ పీఠభూమి. దీని పైభాగపు సరాసరి ఔన్నత్యం 700 మీ. గుండ్రని గ్రానైట్ మోనోక్లినాక్ లూ, కొంచెం ఎత్తుగాఉన్న వరదమైదానపు వేదికలూ ఈ ప్రాయమైదానపు ముఖ్యలక్షణాలు. పీఠభూమి అంచులవద్ద లోతుగా కోయబడి పరిణామములు ఏర్పడుతాయి. ఈ ప్రదేశానికి పడమటిభాగంలో “మీసా” వంటి పీఠభూములు ఉన్నాయి. ఇవి ఒకనాటి విశాలప్రాయమైదానపు అవశేషాలు.

సర్మదానదికి దక్షిణాన ఉన్నతపీఠభూములు చాలా ఉన్నాయి. బేతూల్ పీఠభూమి, సాత్పురాలో 1200 మీ. ఎత్తున్న కేంద్ర లావాపీఠభూమి వీటిలో ముఖ్యమైనవి.

భారతదేశంలో దక్కనుపీఠభూమి అన్నిటికన్న పెద్ద పీఠభూమి. ఇది 7,00,000 చ కి. మీ ప్రదేశాన్ని ఆక్రమించి, తూర్పువైపుకి ఉత్తరానికి వాలు కలిగి ఉంది 300 మీ సమోచ్ఛరేఖను దీనికి తూర్పు ఉత్తరసరిహద్దులుగా నిర్వచించవచ్చు. పడమటి కనుమలు దీనికి పడమటి సరిహద్దు. మహారాష్ట్రలోఉన్న ఈ పీఠభూమితాలూకు భాగం బసాల్ట్ తో నిర్మితమై ఉంది. సమతలశిఖరములు, నిట్రపుచరియలు కలిగిన కొండలమధ్య గోదావరి, భీమ, కృష్ణానదులు ప్రవహిస్తున్నాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని ఈ పీఠభూభాగం ప్రికాంబ్రియన్ గ్నీస్ తో తయారైంది గుండ్రని కొండలు, వాలుమైదానాలు ఈ ప్రదేశపు స్థలాకృతి లక్షణాలు.

భారతదేశ స్థలాకృతీచిత్రంలో స్పష్టంగా కానవచ్చే మైసూరు పీఠభూమికి 600 మీటర్ల సమోచ్ఛరేఖ సరిహద్దు. ఈ పీఠభూమి పడమటి కనుమలను తాకుతూ, తూర్పున తూర్పుకనుమలు సరిహద్దుగా కలిగి ఉంది. దీని దక్షిణసరిహద్దుని అనుకుని సీలగిరి ఉంది. 1897 నాటి పైసూరు గెజెట్ లో వ్రాస్తూ బి. ఎల్. రైస్ ఈ విధంగా వర్ణించారు. “దక్షిణదిశను కాపలాకాస్తున్న ఒకరాక్షసుని బ్రహ్మాండమైన శిరస్సులా సీలగిరికొండలు ఉన్నాయి. ఆ రాక్షసుడు ప్రాకృతిమకనుమలు అనబడే

తనచేతులు చాచి మైసూరు పీఠభూమిని ఆలింగనంచేసుకుంటున్నాడా అన్నట్లుగా ఉంది." భూఅకృతి శాస్త్రదృష్ట్యా మైసూరు పీఠభూమిని మూల్ నాడ్, మైదాన్ అని రెండుభాగాలుగా విడదీయవచ్చును మూల్ నాడ్ అనేది పడమటి కనుమలను ఆనుకొనిఉన్న పర్వతప్రదేశం. దీని సరాసరి వెడల్పు 35 కి. మీ. దీని సరాసరి యెత్తు 1000 మీ. ఇది నిట్రమైన కొండలుగానూ, లోతైన లోయలుగానూ కోయబడింది. ఈ మూల్ నాడంతా అతిదట్టమైన అడవులున్నాయి. మైదాన్ అనేది గ్రెనైట్, గ్నీస్, షిస్ట్ కొండలతో ఏర్పడ్డ వాలుమైదానం.

తొమ్మిదవ ప్రకరణం

## భూపృష్ఠపు సంరచన

పటలవిరూపణ ప్రక్రియాఫలితంగా అనేకయుగాల చరిత్రలో భూపృష్ఠంలో చిన్నపీ పెద్దపీ రకరకాల కదలికలు కలిగేయి అటువంటి సంక్షోభాలకు నిదర్శనాలు చల క్షేత్రాలలో చక్కగా కనిపిస్తాయి ఒకకాలంలో ఊతిజనమాంతరంగా ఉన్న అవసాదీయ స్తరములు ఈ కల్లోలములవల్ల ముడతలుపడి, నలిగి, విరిగిపోయాయి

భూచలనములవల్ల మార్పులుచెందిన శిలాద్రవ్యం ఏ ఆకారంలో ఉన్నదో తెలుపడానికి “సంరచన” అన్న పదం వాడుతారు ఒకప్రదేశపు సంరచనను తెలుసుకోవాలంటే ఆ ప్రాంతపు భూవైజ్ఞానికచిత్రాన్ని తయారుచేయాలి ఆ ప్రదేశంలో ఉపరితలంమీద కనబడే వివిధరకముల శిలులు, వాటి వయస్సు ఆ చిత్రంలో చూపబడతాయి సాధారణంగా సమోచ్ఛరేఖల సాయంతో ఆ స్థలాకృతి చూప బడుతుంది దానినిచూస్తే అక్కడి శిలాద్రవ్యపు త్రివిమీయ (Three dimensional) ఆకృతి తెలుస్తుంది

భూపృష్ఠశిలలలో అశాంతి (disturbance) కలుగజేస్తే, దాని బలంయొక్క ప్రమాణాన్నిబట్టి శిలులు వంగడం గాని, విరిగిపోవడం గాని జరుగుతుంది. వంగితే ముడతలు, విరిగితే విభంగములు ఏర్పడుతాయి. భూవైజ్ఞానికసంరచనలమీద ప్రకృతిదృశ్యాలు, స్థలాకృతి ఆధారపడి ఉంటాయి. కనుక కొన్ని ముఖ్యమైన సంరచనలను వివరిద్దాం.

అవసాదీయశిలలలో చాలాభాగం మొట్టమొదట ఊతిజనమాంతరంగాఉన్న సమతలంమీదగానీ, కొద్దిగా వాలుఉన్న ప్రదేశంమీదగాని విక్షిప్తం అవుతాయి. కనుక, మందమైన స్తరములు బాగా వాలుగా ఉన్నట్లు కనిపిస్తే, ఆ స్తరములు విక్షిప్తం అయిన కదలికలు సంభవించాయనీ, వాటివల్ల ఆ స్తరములలో వాలు ఏర్పడిందనీ తెలుస్తుంది (లో వ చిత్రపటం). విద్భవమైన భూవైజ్ఞానికపటమును తయారుచేయడానికి, సంరచనలను విశదపరచడానికి, అట్టి వాలు స్తరముల తీరును

జాగ్రత్తగా నిర్ణయించడం అవసరం ఇందుకోసం సంస్తరణతలంయొక్క “నతి” (dip) ని కొలుస్తారు

స్తరం కిందికి వాలిఉన్న దిశనుంచి కొలిస్తే స్తరం ఊతిజంతోచేసే అత్యధిక కోణాన్ని ‘నతి’ లేక ‘నిప్పుము’ అంటారు నిమ్నకోణాన్ని కై నోమీటరు సహాయంతోనూ, నిమ్నదిశను దిక్పాచి (compass) సహాయంతోనూ కొలుస్తారు. ఊతిజసమాంతరంగాఉన్న స్తరమునకు నతి లేదు వాలిఉన్న స్తరము కైతిజతలమును ఖండించే దిశను అనులంబదిశ (strike) అంటారు అనులంబదిశ ఎల్లప్పుడు నిమ్నదిశకు సమకోణంలో ఉంటుంది

బయటికి వ్యక్తం అవుతున్న సంస్తరణలోపరితలాన్ని దృశ్యంశము (out-crop) అంటారు భూవైజ్ఞానిక స్తరముల స్థితిమీద భూముఖపరితలంమీది దృశ్యంశ రూపం ఆధారపడి ఉంటుంది భూమి చదునుగా ఉన్నచోట కైతిజస్తరములు అత్యధిక దృశ్యంశములను ఏర్పరుస్తాయి ఎత్తుపల్లములున్న ప్రదేశములలో అటువంటి స్తరముల తాలూకు భూవైజ్ఞానికసరిహద్దులు ఊతిజసమాంతరంగా ఉంటాయి. కనుక స్థలాకృతీసమోచ్ఛరేఖలకు (Topographical contours) సమాంతరంగా ఉంటాయి. లేతవయస్సులో ఉన్న ఉన్నతస్తరములు కొండశిఖరాలమీదనూ, వయసుమీరిన నిమ్న స్తరములు లోయలక్రిందనూ ఉంటాయి కొండ శిఖరాలమీద ఉండే దృశ్యంశములను బహిష్ఠతములు (outliers) అంటారు వృద్ధ శిలాపరివృతమైన శిశుశిలాదృశ్యంశములు ఇవి కరిన స్తరములు అపరదనమును ప్రతిరోధిస్తాయి కనుక కొండలలాగ నిలువబడుతాయి మృదు స్తరములు త్వరగా అరిగిపోయి గోతులు ఏర్పడుతాయి ఈ విధమైన పక్షపాత అపరదనము (differential erosion) వల్లనే ప్రకృతిదృశ్యాలు అనేక విశిష్టాకృతులతో కనిపిస్తాయి. వివిధకారిన్యములుగల స్వల్పనత స్తరశ్రేణివల్ల అసౌష్టవమైన రిడ్జిలు కల పరిఖాలంబ ప్రదేశము లేర్పడుతుంది. ప్రతి రిడ్జిలోనూ నిట్రపువరియ (పరిఖాలంబము) అపరదనమువల్ల అరిగిపోయిన స్తరపార్శ్వములను సూచిస్తుంది. వాలు తక్కువగా ఉన్న వైపును “డిప్-స్లోపు” (dip-slope) అంటారు. ఈ రెండు ఆకృతులనూ కలిపి “కుయెస్టా” (cuesta) అంటారు. డిప్-స్లోపు నిట్రంగా ఉంటే ఆ రిడ్జిని “హగ్ బేక్” (hogback) అంటారు

## వలనములు

శిలా స్తరములోని పంపును వలనము అంటారు భూశక్తుల తీవ్రతనుబట్టి వలనములు సామాన్యమైనవిగానూ, క్లిష్టమైనవిగానూ ఉంటాయి. వలనముల పొడవు వెడల్పులు సెంటీమీటరులో స్వల్పాంశమునుండి అనేక కిలోమీటర్ల వరకూ ఉండవచ్చు

పైకి విల్లు(ఊర్చి)లా వంగిన సామాన్యవలనమును అపనతి (anticline) అంటారు. సామాన్య అపనతిలో రెండువక్కలా స్తరములు పరస్పర వ్యతిరేకదిశలలో శిఖరం (లేదా వలనముయొక్క అక్షతలం) నుండి దూరంగా విస్తరిస్తాయి ఇవి ఏర్పడుటలో కలిగే “తనావం” (tension) వల్ల అపనతీశిఖరములు సాధారణంగా విభంగముచెంది, అవి సులభంగా అపరదనమునకు లోనుఅవుతాయి కనుక ప్రవాహములు అపనతీశిఖరములవద్ద లోతైన లోయలను కోస్తాయి

కిందికి వంగిన వలనమును (downwarped fold) అభినతి అంటారు ఇది అపనతికి సరిగ్గా వ్యతిరేకం అభినతీ పార్శ్వములు పరస్పరాభిముఖంగా వంగి ఉంటాయి (లేవ చిత్తపటము) సాధారణంగా అపనతులకు పక్కనే అభినతులు ఉంటాయి ఆత్యధికంగా అరిగిపోయాక అభినతీసంరచనలక్రింద కొండలు, రిడ్జిలు ఉంటాయి సంపీడనకు గురిఅయిన అభినతులు ప్రక్కనే ఉన్న అపనతుల కన్న ఎక్కువ అపరదన ప్రతిరోధకాలు కావడమే దీనికి కారణం

వలనముయొక్క పార్శ్వములే దాని లింగముల శిఖరరేఖ (crest line) లేక ద్రోణికారేఖ (trough line) దాని అక్షము క్షితిజమునుంచి అక్షమువంగిఉన్న కోణమును అనతి (plunge) అంటారు వలనమును సమద్విఖండన (bisect) చేసే ఊహితలమును (Imaginary plane), అక్షతలము (axial plane) అంటారు. అక్షము ఈ తలములో ఉంటుంది

వలనమునకు ఒకే ఒక అంగము ఉంటే, అనగా పొరలు ఒకేదిశలో వంగి ఉంటే దానిని ఏకనతి (monocline) అంటారు. సమనత (isoclinal) వలనములో అక్షతలములు, తరుచుగా అంగములు, ఇంచుమించు సమాంతరంగా ఉంటాయి

ఒక అంగము మరొక అంగముక్రింద ఉండి, అక్షతలము అనతముగా (inclined) ఉంటే దానిని ప్రతివలనము (overfold) అంటారు (7 వ చిత్రపటము). అట్టి అసౌష్టవ అవనతి ముందుకి గెంటబడితే శయానవలనము (Recumbent fold) ఏర్పడుతుంది. ఇందులో అక్షతలం షీతిజనమాంతరంగా ఉంటుంది. స్పర్శరేఖీయ సంపీడనం (Tangential compression) ఇంకా పెరిగితే, శిలలు పగిలి, స్వల్పంగా వాలిఉన్న ఒకపిడి తలములమీద కదలికలు సంభవిస్తాయి వలన ప్రక్రియతోకూడిన స్థలచలనములను ప్రభూతములు (Thrust) అంటారు వలన తలమును ప్రభూతతలములు (Thrust-planes) అంటారు

మహాఖండచలనములవలన పెద్దపెద్ద ఉత్సమావలన ప్రదేశములు గాని, నిప్పు సమావలన ప్రదేశములు గాని ఏర్పడుతాయి. అవి కొద్ది కిలోమీటర్ల నుంచి అనేక వందల కిలోమీటర్ల పొడవు వెడల్పులు కలిగిఉంటాయి ఉత్సమావలన ప్రదేశాలను “భూ-అవనతలు” (geanticlines) అంటారు. భూ-అభినతలు (geosynclines) అనేవి అనేకవేల మీటర్ల మందాన సంచితమైన స్తరములుగల ప్రదేశాలు కనుక భూవైజ్ఞానికదృష్ట్యా వాటికి చాలా ప్రాముఖ్యత ఉంది ఈ విధంగా అవసాద పూరిత భూఅభినతీద్రోణులు సాధారణంగా అమితమైన పార్శ్వపీడనకు గురిఅయి, అధికంగా వలితమై, పర్వతశ్రేణులుగా రూపొందుతాయి. భూ అవనతీప్రదేశాలకూ, భూ అభినతీప్రదేశాలకూ మధ్యవి అనేక స్వల్పచలనములు ఏర్పడుతాయి. మహాఅవనతి (anticlinorium), మహాఅభినతి (synclinorium) అనే పదములు వరుసగా క్లిష్టమైన పెద్దపెద్ద అవనతీ, అభినతీ సంచనలకు వర్తిస్తాయి.

### సంధులు

ఘనీభవించిన శిలలన్నిటిమీదా పగుళ్లు, విభంగములూ ఉంటాయి గోడలు స్థలచలనం పొందకుండా ఉన్నట్లైతే ఆ విభంగములను సంధులు అంటారు. (8 వ చిత్రపటం). అవి ఊర్ధ్వధరం (vertical) గా గానీ, ఏకోణంలోనైనా అనతం (inclined) గా గానీ ఉండవచ్చు. శిలలలో విభాగాలు అనేకదిశలలో ఉంటే దానిని సంధివ్యవస్థ (joint system) లేదా “పేటర్నలు” (patterns) అంటారు. సంధివ్యవస్థలవల్ల శిల ఏకసమంగా విభక్తమై, ఘనకారంలోగానీ,

దీర్ఘచతురస్రాకారంలోగానీ బ్లాకులుగా ఏర్పడితే దానిని “శత్ర్యసంధానము” (mural jointing) అంటారు. ముఖ్యంగా సూక్ష్మకణీయ కరినశీలలలో సంధి ముఖములు తరుచుగా బహునున్నగా చాలాదూరం తిన్నగా ఉంటాయి.

సంధులు అనేకవిధాలుగా ఏర్పడుతాయి. చాలాభాగం భూచలనములవల్ల ఏర్పడుతాయి. వాటిని “తనావసంధులు” (tension joints), “సంఘీడనసంధులు” (compression joints), “కర్తనసంధులు” (shear joints) అని విభజించవచ్చు. నేలమీద లావా ప్రవాహాలుగాని, సిల్స్, డైక్సువంటి అంతస్సృష్టములుగానీ చల్ల బడి సంకోచించి, చక్కని క్రమసంధివ్యవస్థలు ఏర్పడుతాయి. వాటిని స్తూపాకార సంరచనలు అంటారు. బొంబాయిదగ్గర దక్కన్ ట్రాప్ స్తరములు చక్కని స్తూపాకారసంధానమును కనబరుస్తున్నాయి (లేవ్ చిత్రపటము). గ్రెనైటువంటి బృహత్ శీలలలో ఒక్కొక్కప్పుడు “ఫలకాసంధానము” (sheet jointing) ఏర్పడు తుంది. అట్టి సంధులు శీలలను ఇంచుమించు క్షితిజసమాంతరంగా ఉండే మోటు పలకలుగా విడదీస్తాయి.

### భ్రంశములు

నేలలోని పగులు లేక విభంగములో ఒకవైపు రెండవవైపుకి సాపేక్షంగా జరిగిపోతే దానిని భ్రంశము అంటారు. ఈ కదలిక ఊర్ధ్వధరంగాగానీ, ఏదైనా కోణంలో ఆనతంగాగానీ ఉండవచ్చు. భ్రంశములకీ, వలనములకీ చాలా దగ్గర సంబంధం ఉంది. ఏవిధమైన వలనమైనా భ్రంశంగా మారవచ్చు. భ్రంశములు బలహీనమైన మండలములను సూచిస్తాయి వాటిలో చాలాకాలంపాటు పునః పునశ్చలనములు సంభవించవచ్చు. ఇట్లా జరిగితే వాటిని “క్రియాశీలభ్రంశములు” (active faults) అంటారు. ఇట్టి భ్రంశమండలములలో భూకంపములు సామాన్యంగా సంభవిస్తాయి.

చలనము జరిగే ఉపరితలమును “భ్రంశతలము” (fault plane) అంటారు. ఈ చలనములో పైకి జరిగిన భాగాన్ని “ఉత్థేపము” (upthrow) అనీ, కిందికి కదలిన భాగాన్ని “అధఃపము” (downthrow) అనీ అంటారు. భ్రంశతలం ఊర్ధ్వధరంగా లేకపోతే పైనున్న గోడని “శీర్షభిత్తి” (hanging wall) అనీ,



దిగువగోడని “పాదభిత్తి” (foot wall) అనీ అంటారు. భ్రంశపరిభాలంబములలో చాలాభాగానికి నున్నవి శిలోపరిభాగాలు ఉంటాయి. వీటిని “స్లిక్కినపార్శ్వములు” (sluckensides) అంటారు.

శిర్షభిత్తి అధఃక్షేపంవైపుగా ఉంటే దానిని “అనుక్రమప్రభంశము” (normal fault) అంటారు శిర్షభిత్తి ఉత్క్షేపంవైపున ఉంటే దానిని “ఉత్క్రమప్రభంశము” (reverse fault) అంటారు. ఇరుపార్శ్వములయందు అనుక్రమభ్రంశములు కలిగి, చుట్టుప్రక్కల ప్రదేశంకన్న కిందికి దిగబడిన భూపృష్ఠపు బ్లాకును గ్రాబెన్ (graben) అనిగానీ, రిఫ్ట్ (rift) అనిగానీ అంటారు. చుట్టుప్రక్కల ప్రదేశంకన్న పైకి లేవనెత్తబడితే దానిని “హోర్స్ట్” (horst) అంటారు. గ్రాబెన్ లూ, హోర్స్ట్ లూ సాధారణంగా వెడల్పుకన్న పొడవు ఎక్కువ కలిగి ఉంటాయి. తరచు ఇవి చాలా పెద్దవిగా ఉండి స్థలాకృతిలో స్ఫుటంగా కనిపిస్తాయి.

హరాత్తుగా తగినంత భ్రంశచలనం జరిగితే భృగువు (cliff) గానీ, ప్రభంశపరిభాలంబము (fault scarp) అనబడే నిట్రపుచరియగాని ఏర్పడుతుంది. నేలకు సమానంగా వచ్చిన భ్రంశములను స్థలాకృతి పరిభాషలో భ్రంశపరిభాలంబములు అంటారు.

కాలక్రమాన అపరదనంవల్ల పూర్వపు భ్రంశఫలితాలు నేలమీదినుంచి చెరిగి పోతాయి. వేరువేరు కరినత్వాలు కలిగిన శిలలు “భ్రంశనం” (faulting) వల్ల ఒకచోటికి వచ్చినట్లైతే, పూర్తిగా చెరిగిపోక భ్రంశావశేషం కనిపిస్తూ ఉంటుంది. దానిని భ్రంశరేఖాపరిభాలంబము అంటారు. భ్రంశపరిభాలంబములు, భ్రంశరేఖా పరిభాలంబములకూడా అపరదనంవల్ల తరిగిపోయి, పూర్వపు పరిభాలంబములకు సమాంతరంగా కొత్తభృగువులు (cliffs) ఏర్పడుతాయి. కాని ఇవి భ్రంశానికి కొంతదూరంలో ఉండి, మధ్యప్రదేశం అపరదనధూళిచే కప్పబడి భ్రంశం కాన రాకుండా ఉంటుంది.

లోయలు చాలాభాగం భ్రంశముల ఆనుకొని ఉంటాయి. ఏమంటే, భ్రంశములవద్ద బలహీనంగా ఉండడంచేత నెలయేళ్లు మూలంగా అక్కడ అధికంగా కోతబడి, లోయలు ఏర్పడతాయి.

పదియవ ప్రకరణం

భూమి చరిత్ర

(భూవైజ్ఞానికసంబంధమైన రికార్డు)

మనం ఇంతవరకూ భూవైజ్ఞానిక ప్రక్రియల సాధారణప్రవృత్తి, వాటివల్ల ఏర్పడిన శిలలు, సంఘనలు పరిశీలిస్తూ వచ్చాం. ఒకప్రదేశంయొక్క భూవైజ్ఞానిక చరిత్ర వీటిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది చరిత్రకు సంబంధించిన ఏ పరిశీలనకైనా కాలంతో సంబంధం ఉన్నది కనుక భూమిచరిత్రలోని వేర్వేరు ఘట్టాలు ఏ వరుస క్రమంలో జరిగాయో నిర్ణయించాలి. వేర్వేరు భూవైజ్ఞానిక సంఘటనల వరుస క్రమాన్ని పునర్నిర్మించాలి

భూతకాలాన్ని తెలుసుకోడానికి వర్తమానకాలం ఉపకరిస్తుందనేది భూవిజ్ఞానంలో ఒక ప్రాథమికసూత్రం దీనినుంచే “ఏకరూపతావాదం” (*uniformitarianism*) బయలుదేరింది వర్తమానకాలంలో జరుగుతున్న ప్రకృతి ప్రక్రియలను పరిశీలించి భూమిచరిత్రలో జరిగిపోయిన ఘట్టాల వివరాలను తెలుసుకోవచ్చు నంటుంది ఈ వాదం

భూసృష్టిశిలలు ఘటనాక్రమాన్ని వరుసతప్పకుండా తమలో నమోదుచేసుకుంటున్నాయి అన్నది రెండవ ముఖ్యసూత్రం అతిప్రాచీనశిలలు అట్టడుగుననూ, అతి అర్వాచీనశిలలు పైభాగంలోనూ వయస్సునుబట్టి క్రమంగా పేర్చబడి ఉంటాయి. ఒక ప్రత్యేకతరహా ప్రాచీన జీవశిథిలాలు (*fossils*) భూమిచరిత్రలో ఒక ప్రత్యేకయుగానికి సంబంధించినవి అనే విషయం అవగాహన అయ్యాక ఈ విషయం తెలిసివచ్చింది. శిలల పొరలలో స్వాభావికంగా భద్రపడుపబడిన జంతువృక్షవశేషాలను “ఫాసిల్స్” అంటారు. వేర్వేరు రకాల జీవులు చరిత్రలో ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా వేర్వేరు యుగాలలో జీవించిఉండడంచేత అదే యుగంలో ఏర్పడ్డ శిలలలోమాత్రమే అటువంటి ఫాసిల్స్ ఉండే అవకాశం ఉంది. ఈ సూత్రాన్ని ఉపయోగించి, వివిధప్రదేశాలలోని శిలానిక్షేపాలను పోల్చిచూచి,

తలో మూలా ఉన్న చిన్నచిన్న సాక్ష్యధారాలనన్నింటినీ ఏర్పికూర్చి, భూమి చరిత్రను కాలక్రమానుగుణంగా తయారుచేశారు.

అవసాదీయ స్తరములు ఒకపొర తరువాత మరొకపొర అవిచ్ఛిన్నంగా నిక్షిప్తం అయితే వాటిని “సమవిన్యాసి” (*conformable*) అంటారు కాని, అవసాదీయశిలా అనుక్రమణిక ఎక్కడా పూర్తిగా ఉండదు. తరుచు నిక్షేపాలలో విరామాలు ఉంటాయి. ఈ విరామం స్వల్పకాలికంగానీ, దీర్ఘకాలికంగానీ కావచ్చు నిక్షేపంలో దీర్ఘకాలిక విరామం ఏర్పడితే, అవసాదీయక్రమంలో కొంతభాగం తప్పిస్తుంది. అవసాదీయప్రదేశంలో ఘాతలనములవల్ల విక్షోభ (disturbance) కలిగితే నిక్షేపానికి అంతరాయం కలుగుతుంది. స్తరములు వంగి, మడతలుపడి, సముద్రతలం కన్న పైకిలేస్తాయి. పైకి లేవనెత్తబడిన స్తరములు అపరదితములు అవుతాయి. ఈ ప్రదేశం మళ్లీ నీటిఅడుగుకిపోతే, వంపులుతిరిగిన మడతలుపడ్డ స్తరముల యొక్క అరిగిన అంచులమీద కొత్త అవసాదములు అసంగతంగా (*discordantly*) నిక్షిప్తములు అవుతాయి. పాత స్తరములకీ, కొత్త స్తరములకీ మధ్య నున్న అసమతలాన్ని “విషమవిన్యాసం” (*unconformity*) అంటారు (9 వ చిత్రపటం).

అట్టడుగున పురాతనతమమైన స్తరమూ, పైన అధునాతనతమమైన స్తరమూ ఉండేటట్లు ఏర్పడిన స్తరముల వరుసను “స్తరక్రమం” (*stratigraphical sequence*) అంటారు. ఒక ప్రత్యేకస్థలంలోని నిక్షేపముల చరిత్రను నిర్ణయించడానికి ఈ స్తరక్రమమే మూలాధారం. అనేకప్రదేశాలలోని ఆగ్నేయకాయాంతరితాది రకరకాల శిలలను ఒకక్రమంలో అమర్చి, భూవైజ్ఞానిక స్తంభాన్ని (*geological column*) నిర్దేశించవచ్చు. దానినే భూమిచరిత్రను తెలిపే స్తంభం అనవచ్చు. ఇటువంటి మహాశిలా స్తంభం మొత్తంలో పేర్పబడే శిలల మందం లేదా శిలా స్తంభపు పొడవు 150 కి.మీ. ఉంటుంది.

### భూవైజ్ఞానికకాలం

భూమిచరిత్రగతి బహుదీర్ఘకాలంగా నడచింది. మానవుని అల్ప ఆయుః ప్రమాణంతో పోల్చిచూస్తే భూవైజ్ఞానికకాలం అపారమైనది. ఈ బృహత్కాల

వ్యవధిని ఊహించగలగడానికి దానిని కొన్ని చిన్నచిన్న విభాగాలుగాచేసి, స్తరక్రమ అనుసారమైన “టైమ్ స్కేలు” ను నిర్ణయించడం అవసరం కాలవ్యవధుల ననుసరించి కొన్ని పారిభాషికపదములూ, ఆ యా కాలవ్యవధులలో నిక్షిప్తమైన స్తరముల ననుసరించి మరికొన్ని పారిభాషికపదములూ వ్యవహారంతో ఉన్నాయి. యుగము (age), యుగాంతరము (epoch), మహాయుగము (period), కల్పము (era) అనే పదాలు వరుసగా అధికాధిక కాలప్రమాణాలను సూచిస్తాయి. ఈ కాలములకు సంబంధించిన స్తరక్రమ శిలా-ప్రమాణములను వరుసగా అవస్థ (stage), శ్రేణి (series), వ్యవస్థ (system), సమూహము (group) అంటారు.

60 కోట్ల సంవత్సరాల వయస్సు కలిగిన శిలలలో బహుపురాతనతమమైన ఫాసిల్స్ కనిపించాయి. ఈ కాలవ్యవధిని మూడు నాలుగు కల్పములుగా విడదీయ వచ్చును. వెనుకకు లెక్కపెడితే ఈ కల్పములను నవజీవకల్పము (caenozoic era), మధ్యజీవకల్పము (mesozoic era); పురాజీవకల్పము (palaeozoic era) అంటారు పురాజీవకల్పము బహుదీర్ఘమైనది కావడంచేత దానిని ఉపరి పురాజీవకల్పము (upper palaeozoic era) అనీ, అధఃపురాజీవకల్పము (lower palaeozoic era) అనీ రెండుభాగాలుగా చేశారు నవజీవకల్పమును తృతీయక కల్పము అనీ, మధ్యజీవకల్పమును ద్వితీయకకల్పము అనీ, పురాజీవకల్పమును ప్రాథమికకల్పము అనీకూడా అంటారు. మళ్ళీ ఒక్కొక్కకల్పమును ఫాసిల్స్ ని బట్టి కొన్ని మహాయుగములుగా విడదీశారు. కల్పనిక్షేపములను “సమూహములు” అనీ, మహాయుగనిక్షేపములను “వ్యవస్థలు” అనీ అంటారు

కేంబ్రియన్ మహాయుగానికి పూర్వపు శిలలను వర్గీకరించడం కష్టం. వ్యవహార రీత్యా కేంబ్రియన్ పూర్వశిలలు అఫాసిలీటరస్ (unfossiliferous) అని విర్ణయించవచ్చు. ఈ శిలలలో కొన్నిటిలో బహుపురాతనమైన ఫాసిల్స్ ఉన్న మాట విశేష కాని, వర్గీకరణంచేయడానికి అవి ఉపకరించవు. రేడియో మితీయ కాలనిర్ణయము (Radiometric dating) ప్రకారం పురాతనతమశిలల వయస్సు 350 కోట్ల సంవత్సరాలు. సుదీర్ఘమైన పూర్వకేంబ్రియన్ వ్యవధిలో అనేక కల్పములు ఉన్నాయి

భూవైజ్ఞానిక రికార్డును 2 వ పట్టికలో చూపినట్లు వర్గీకరిస్తారు 1959 లో హోమ్స్ చేత పరిష్కరింపబడిన భూవైజ్ఞానిక కాలమానమునే ఇక్కడ ఉపయోగించాము.

## పట్టిక 2.

హోమ్స్ ఏర్పాటుచేసిన భూవైజ్ఞానిక కాలమానము  
(1959 లో పరిష్కృతము)

కల్పములు	మహాయుగములు, వ్యవస్థలు	మహాయుగ వ్యవధి	ఆదినంబి మొత్తం
1	2	3	4
		మిలియన్ల సంవత్సరాలు	
నవదీప కల్పము	చతుర్థక		
	అభినవ (Recent)	2 లేక 3	2 లేక 3
	అభినూతన (Pleistocene)		
	తృతీయక		
	ప్లియోసీన్ (Pliocene)	9 లేక 10	12
	మియోసీన్ (Miocene)	13	25
	ఓలిగోసీన్ (Oligocene)	15	40
మధ్యజీవ కల్పము	ఎవోసీన్ (Eocene)	20	60
	పాలియోసీన్ (Palaeocene)	10	70
	క్రేటేషస్ (Cretaceous)	65	135
	జురాసిక్ (Jurassic)	45	180
పురాణీయ కల్పము	ట్రీయాసిక్ (Triassic)	45	225
	ఉపరిపురాణీయ		
	పెర్మియన్ (Permian)	45	270
	కార్బోనిఫెరస్ (Carboniferous)	80	350
	డివోనియన్ (Devonian)	50	400
	అధఃపురాణీయ		
	సిల్యూరియన్ (Silurian)	40	440
	ఓర్డోవిషియన్ (Ordovician)	60	500
	కేంబ్రియన్ (Cambrian)	100	600

ప్రికేంబ్రియన్ కల్పములు .

ప్రోటెరోజాయిక్ కల్పము (Proterozoic era)

ఆర్కియోజాయిక్ కల్పము (Archaean era) లేక

ఎనోజాయిక్ కల్పము (Eozoic era)

అనే పేర్లతో వ్యవహరించేవారు.

(“ఆర్కియన్” (Archean) అనే పదం ఒక ప్రాంతపు ప్రాచీన

తమ ప్రికేంబ్రియన్ స్ఫటికీయశిలలను సూచిస్తుండేతప్ప దానికి

అంతకన్న వేరే యుగ స్థానకత లేదు )

అకాలనిర్ధారిత అంతరము (Undated interval)

3400 నుంచి 4500 మిలియను సంవత్సరాల పూర్వపుయుగమును

అకాలనిర్ధారిత అంతరము అంటారు

భూపృష్ఠపు పుట్టుక

భూఖండపుష్కం 4500 మిలియను సంవత్సరాలకు పూర్వం ఏర్పడి

ఉంటుంది.

భూమి పుట్టుక.

### భారతదేశపు భూవిజ్ఞానము

భారతీయ భౌతిక భూగోళంలోనూ, భూవిజ్ఞానంలోనూ కొట్టవచ్చినట్లు కనబడే అంశం ఏమిటంటే ఈ ఉపఖండమును మూడు సువిదిత ప్రదేశములుగా విభజించ వచ్చు. అవి

(1) ద్వీపకల్పీయప్రదేశము ఇది బహుపురాతన ప్రికేంబ్రియన్ శిలా విర్మితమైన సుస్థిరమైన భూపృష్ఠశకలము.

(2) బాహ్యద్వీపకల్పప్రదేశము (Extra-Peninsular region) : ఇందులో నల్గిరిపోయిన, ముడతలుపడ్డ అవసాదీయశిలావిర్మిత మహావర్షతక్రేణులు ఉన్నాయి.

(3) ఈ రెంటినీ విడదీసే గంగా సింధు మైదానము. ఇది బహుమంద్యమైన జలోడప్రాంతం.

భారతీయ ద్వీపకల్పీయప్రాంతానికి, బాహ్యద్వీపకల్పకప్రదేశానికి భూఅకృతి వైజ్ఞానికదృష్ట్యా సుస్పష్టమైన విభేదం ఉంది. ఏకాంబ్రియన్ కాలంనుంచి ఈ ద్వీపకల్పం భూభాగంగానే ఉంటూవచ్చింది; ఏవో కొన్ని ప్రదేశాలు మాత్రమే కొంతకాలంపాటు సముద్రంలో మునిగిఉండేవి. బాహ్యద్వీపకల్పీయప్రాంతం మాత్రం చలక్షేత్రం. కేంబ్రియన్ మహాయుగంనాటి అవసాదముల భూఅభినతీయ స్థూణముతో (geosynclinal pile) కూడిన చలక్షేత్రం ఇది.

ఖండసంవహనసిద్ధాంతం ప్రకారం భారతీయ ద్వీపకల్పము బహుపురాతన కాలంలో ఒక మహాఖండద్రవ్యంలో (గొండ్వానాలాండు) ఒకభాగం. అది మొట్టమొదట దక్షిణధ్రువానికి దగ్గరగా ఉండేది. దానినుంచి ఈ భాగం విడివడి క్రమంగా ఉత్తరానికి కదిలిపోయింది. ఈ విసురువల్ల యూరేషియాఖండపు దక్షిణతీరాన భూఅభినతీ అవసాదములు నొక్కుకుని, వాటిని మహాపర్వతశ్రేణులుగా పైకి లేవ నెత్తాయి. ఇవే ఇండియాకు ఉత్తరానగల పర్వతాలు. దక్కను ఖండము మాత్రం స్వల్పమైన మహాదేశజనకచలనములు మినహాగా స్థిరంగా ఉంటూ వచ్చింది. హిమాలయప్రాంతం మాత్రం విపరీతంగా ఊబితమై, శిలలు బ్రహ్మాండమైన వరులుగా నొక్కుకుని, అసాధారణమైన నలుగుడుకి లోను అయ్యాయి పర్వతజనక సక్రియతలో సామాన్యంగా జరిగేట్లే. గ్రెనైట్ శిలలు అవసాదీయస్థూణములో దూరి, ఎవరెస్టుశిఖరంనుంచి పంగపర్వతంవరకూ గల ప్రదేశంలో మధ్యస్థమండలంలో కనిపిస్తున్నాయి.

భారతదేశంలోనూ, ప్రపంచంలోని తదితరప్రాంతాలలోనూ రికార్డుఅయిన భూవైజ్ఞానికచరిత్రలో పోలికలు సాధారణంగా కనిపిస్తున్నప్పటికీ, భేదాలుకూడా ఉన్నాయి; ముఖ్యంగా స్తరణస్తంభం (stratigraphical column) లో విరామములుండే చోట్లలో ఈ భేదాలు కనిపిస్తాయి. యూరోపియన్ స్తరవిజ్ఞానము ననుసరించి శిలావ్యవస్థలను వర్గీకరించడం హిమాలయప్రాంతంలో మాత్రమే సాధ్యం అవుతోంది.

కొన్ని ముఖ్యమైన భారతీయ భూవైజ్ఞానికరచనలూ, వాటికి ప్రామాణిక స్తర వైజ్ఞానిక ఏకకణములతో గల సంబంధము లివే వట్టికలో చూపబడ్డాయి.

పట్టిక 3

భారతదేశంలోని ముఖ్యమైన భూవైజ్ఞానిక రచనలు

భూవైజ్ఞానిక భారతీయ	సమయమానము విశాసీయ	భారతదేశంలోని శిలావ్యవస్థలు
1	2	3
	అభినవ	నవజలోధకము
	అభినూతన	కాశ్మీరులోని కారెవాలు గంగా సింధు జలోధకము
	మియో-ప్లియోసీన్	సివాలిక్కులు కడలూరు పైకతశిలలు, వార్కరే స్తరములు
	ఓలిగో-మియోసీన్	నారి, గాజ్ శ్రేణులు
	ఎవోసీన్	రాణికోట్, కిర్తార్ శ్రేణులు
	అథో-ఎవోసీన్	దక్కన్ ట్రాప్
	ఉపరిక్రిటేషన్	
ఆర్యన్	క్రిటేషన్	తిరుచినాపల్లి లోని క్రిటేషన్, మధ్యస్థ హిమాలయములు, ఆస్సాము, నర్మదాలోయ
	జురాసిక్	ఉపరిగొండ్వానాలు (స్పిటీషేలున్); హిమాలయముల జురాసిక్
	ట్రీయాసిక్	మధ్యగొండ్వానాలు; హిమాలయముల ట్రీయాసిక్
	పెర్మియన్	అథో గొండ్వానాలు (దాముదా శ్రేణులు); హిమాలయముల పెర్మి యనులు
	పెర్మో-కార్బొనిఫెరస్	తర్చిర్ శ్రేణులు; హిమాలయముల గొండ్వానాలు



1	2	3
	మధ్య కార్పాని థెరస్ నుంచి ఆధోకార్పాని థెరస్ డివోనియస్ ద్రవిడియన్ సిల్యూరియన్ ఓర్థోవియన్ కేంబ్రియన్	స్పిటీ. కాశ్మీరుల కార్పాని థెరస్ వల్ శ్రేణులు చిత్రాలులోని డివోనియన్ స్పిటీ, కాశ్మీరుల సిల్యూరియన్ స్పిటీ, కాశ్మీరుల ఓర్థోవియన్ ఉపరివింధ్యలు స్పిటీ, కాశ్మీరుల కేంబ్రియన్ మధ్యహిమాలయ యుగోని హేమంత వ్యవస్థ
పురానా	ఉపరి ప్రికేంబ్రియన్	దిగువ వింధ్యలు, కడప, ఢిల్లీలు డోగ్రా, సిమ్లా పలకలు
అర్చియన్	దిగువ ప్రికేంబ్రియన్	ధార్వారులు, ఆరావళీలు జుతోగ్, స్థలూ, డేలింగు శ్రేణులు, షిల్లాంగు శ్రేణులు; ద్వీపకల్పీయ గ్నీసులు; గ్రనైటులు.

ఇండియాలోని ప్రికేంబ్రియనులలో అనేకరకాల కామాంతరిత అగ్నేయశిలలు. వైకతశిలలు ఉన్నాయి. బహుశా వాటిలో కొన్ని మొట్టమొదటగా ఏర్పడ్డ భూప్రస్థానిక ప్రతినిధులు కావచ్చు. గ్నీసులు (gneisses), షిస్టులు (schists), పాలరాళ్లు (marbles); క్వార్ట్జైటులు, పట్టీగల పెర్రూజినస్ క్వార్ట్జైటులు - ఇవి ముఖ్యమైన శిలాజాతులు. అవి ఆఫాసిలీథెరస్కు చెందినవి.

మైసూరురాష్ట్రంలోని ఛార్వారుల పిస్టోల్ శిలలు, ఇవి దక్కనుట్రాపులకూ, కడపశిలలకూ దిగువను కనబడుతాయి. ఇవి సామాన్యంగా ఉత్తరవాయవ్య అనులంబదిశలో (N. N. W Strike) పట్టిలుగా విస్తరించి ఉన్నాయి పురాతన లావాస్తరములు, అవసాదములు, అగ్నియ అంతస్పావములు ఇందులో ఉన్నాయి ఛార్వారులలోని ఘటకముల (components) లో చాలాభాగం నిర్సం శయముగా అవసాదములు ఇవి కొన్నిచోట్ల ద్వీపకల్పీయగ్నిసులమీద విషమ విన్యాసముగా నిలిచి ఉన్నాయి మరెకొన్నిచోట్ల వాటి మడతలతోనూ, హీరల తోనూ కలిసిపోయి ఉన్నాయి బంగారము, ఇనుము, క్రోమియము, మాంగనీసు, రాగివంటి ఖనిజములకు ఉనికి కావడంచేత ఛార్వారులు అధికంగా చాలా ప్రాముఖ్యతను సంతరించుకున్నాయి రాజస్థాన్ లోని అరావళి ఛార్వారులను కొంత వరకూ పోలికలు భావించబడుతోంది

ఛార్వారులు, ద్వీపకల్పీయగ్నిసులు చాలా లోతుకి అరిగిపోయాక, బహుశానికి చాలా మందంగా అఫాసిలీపెరస్ పలకలు, క్వార్ట్జైటులు, నైకత శిలలు, సున్నపురాళ్లు ఏర్పడ్డాయి ఈ శిలలు కడప వర్గానికి చెందుతాయి. వాటికి ఆ పేరు రావడానికి కారణం ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని కడపజిల్లాలో ఇటువంటి ప్రత్యేక శిలానిర్మాణములు ఏర్పడడమే పూర్వపు గ్నిసులమీద, పిస్టులమీద కడపలు విషమవిన్యాసంగా విలువబడి ఉన్నాయి ఈ యుగానికి సంబంధించిన కొన్ని శిలలలో వజ్రాలు దొరుకుతాయి. సుప్రసిద్ధమైన గోలకొండ వజ్రం ఈ నిర్మాణము లలో లభించినదే. వాటిలో బెరైటు, ఏస్ బెస్టాసు నిక్షేపాలు తగినంతగా ఉన్నాయి.

కడపలు మరింత అధికంగా సంక్షోభితమై ముడుతలుపడిఉన్నప్పటికీ, వాటికి శిల్ల వర్గమునకూ కొన్ని పోలికలు ఉన్నాయి. రాజస్థాన్ లో ఈశాన్యదిశనుంచి శిల్లవరకూ విస్తరించిన క్వార్ట్జైటు రిడ్జిలు ఈ యుగానికి చెందినవే.

ఎంథ్య వర్గమునకు సంబంధించిన శిలలు ఇంచుమించు క్షితిజసమాంతర స్తరములు. ఇవి అరిగిపోయిన కడపల ఉపరితలంమీద విషమవిన్యాసంగా నిలిచి ఉన్నాయి. షేల్సు, పలకలు, నైకతశిలలు, సున్నపురాళ్లు - ఇవి ముఖ్యమైన శిలాజాతులు. బహుస్వల్పంగా జంతువృక్షవశేషాలు ఉండడం తప్పిస్తే ఈ జాతి శిలలలో గుర్తింపదగ్గ పాసిల్సు ఏమీ లేవు. కట్టడాలకు పనికివచ్చే అందమైన,

మన్నికలయిన శిలలకు వింధ్యపర్వతాలు ప్రసిద్ధమైనవి. ఢిల్లీలోనూ, ఆగ్రాలోనూ మొగలాయిలు కట్టిన కట్టడాలకూ, బ్యాట్లీలోని ప్రభుత్వ కార్యాలయభవనాలకూ ఈ రాళ్ళనే ఉపయోగించారు.

పెర్షియన్ కార్పొరేషన్ సంబంధించిన (కేంబ్రియన్ నుంచి మధ్యకార్పొరిఫెరస్ వరకూ) రాజ్యాలు ఎక్కినులో ముమ్మత్తై ఉన్నాయి. దీనికి కారణం ఈ ప్రదేశ మంతా ఈ అనుంశలూ భూభాగంగా ఉండిపోవడమే దాహ్యద్రవ్యకల్పక ప్రదేశం. మొదట సాగరియ స్తరక్రమం ఇంచుమించు సంపూర్ణంగా ఉంది.

ఉపకార్పొరిఫెరస్ నుంచి అభినవయుగంవరకూ గల ఆర్మోయింగ్ లో శిలా నిర్మాణములు ద్వీపకల్పభాగంలో ఇంచుమించు సుపూర్ణంగా ఏర్పడ్డాయి. హిమాలయ శ్రేణిలో ఉత్తరసరిహద్దుపొడుగునా నిర్దుష్టక్రమంలో ఇవి నిలిచి ఉన్నాయి. పెర్షియన్ కార్పొరిఫెరస్ మహాయుగంలో భారతదేశపు భూజలప్రదేశాలలో దాని మార్పులు వచ్చాయి. భూపృష్టవలనములవల్ల ఛాళండములుగా ఉండే పెద్దపెద్ద ప్రదేశాలు అవసాదప్రక్రియలో నులయాయి. హిమాలయ ప్రాంతపు ఉత్తరభాగం "ఘాట్స్" అంటే "ప్రపంచమధ్య" సముద్రంలో దిగబడ్డాయి. మధ్యజీవయుగం అంతటా ఈ సముద్రం ఈ భూఅభినతీద్రోణికుని నింపి, పెర్షియన్ యుగంనుంచి ఇయోసిన్ యుగంవరకూ అవిచ్ఛిన్న నిక్షేపవ్యవస్థకు కారణభూతమైంది. ద్వీపకల్పభాగంలో అనేకచోట్ల ఉపరికార్పొరిఫెరస్ చలనములవల్ల తనవాత్మకమైన (terrestrial) పగుళ్లు ఏర్పడి, ఇంచుమించు నిట్టనిలువుగా ఉన్న నెరియలమధ్యనున్న నిడువైనదారులు కిందికి విగబడతాయి. గ్నీసిక్ (gneiss) ప్రదేశంలో ద్రోణిరూపంలో ఉన్న ఈ నిమ్నప్రదేశాలు నదీజలాలవల్ల విండసాగేయి. అవసాదములు సంచితమైనకొద్దీ బరువుచేత ద్రోణులు మరింత కిందికి దిగబడసాగేయి. స్వచ్ఛమైన జలము, భూపృష్ట అవసాదములు, వాటితో బాటు ఆకాలపు జంతువులు, వృక్షములు నిక్షిప్తం కాసాగేయి. ఈమధ్య జీవకల్పపు భూనిక్షేపాలే గాంధ్యానా వ్యవస్థగా రూపొందేయి. వీటివల్లనే అత్యంత మందమైన బొగ్గుపొరలు ఏర్పడడంచేత ఇవి ఆర్థికదృష్ట్యా చాలా ప్రధానమైనవి.

ఆర్యన్ కల్పం మొదలుఅయినప్పుడే హిమయుగం ఆరంభమైంది. హిమయుగపు నిదర్శనాలు హిమాలయాలనుంచి ఒరిస్సావరకూ కనిపిస్తాయి. హిమనదీ

గోళాశ్మశ్చుత్తికల (glacial till) రూపంలోనూ, గుండ్రాతిస్తరముల రూపంలోనూ, మిశ్రపిండాశ్మముల (conglomerates) రూపంలోనూ, గొండ్వానాకు దిగువను తల్చికోశిలాశ్రేణులు కంపించాయి. వీటిలో మంచువల్ల గీతలుపడ్డ గులక రాళ్లు, చూత్తు = జీయ స్తరములలో దూరిన పెద్ద పెద్ద గుండ్రాళ్లు ఉన్నాయి. ఇవి హిమ యుగంనాటి హిమానీ నిక్షేపాలలో తరుచు కనిపిస్తాయి. ఈ స్తరములు ఆధారంగా, భారతభూభాగంలో  $10^{\circ}$  ఉత్తర అక్షాంశంనుంచి  $20^{\circ}$  ఉత్తర అక్షాంశంవరకూ హిమనదులచేతనూ, మంచుపలకలచేతనూ కప్పబడి ఉండేదని ఊహించబడుతోంది.

ఒట్టమైన బొగ్గుపొరలు కలిగిన దాముదాశ్రేణులు తల్చికోశ్రేణులపైన ఉన్నాయి. వీటిలో మధ్య మధ్య బొగ్గుపొరలున్నాయి. ఇండియాలో అతిముఖ్యమైన బొగ్గు నిక్షేపాలు ఇవే.

దాముదాశ్రేణుల తరువాత మధ్య గొండ్వానా స్తరములు ఉన్నాయి. ఇవి యూరపులోని “ట్రీయాపిక్” వ్యవస్థవంటివి. చిక్కని అటవీసంపద కలిగిన పూర్వయుగంలోనుంచి, నైకతశిలార క్తమృత్తికానిక్షేపసూచితమైన ఎడారి వాతావరణంలోకి మారడంవలన ఈ స్తరములలో యిసుకరాళ్లు, ఎట్టుఒండ్రుమట్టి పేరుదలుండుటమూలంగా వాటిని తేలికగా గుర్తుపట్టవచ్చును.

వీహారులోని రాజమహాలు కొండలనుంచి ఆంధ్రప్రదేశ్ వరకూ అనేకప్రదేశాలలో ఉపరిగొండ్వానా దృశ్యంశములు ఉన్నాయి. ఇవి సాత్పురాశ్రేణిలోని బృహత్ పరిఖాలంబములలోనూ, గోదావరిద్రోణిలోనూ కనిపిస్తాయి.

భారతీయ గొండ్వానాలోని వృక్ష జంతుసంపదకీ ఆస్ట్రేలియా, బ్రెజిలు, దక్షిణ ఆఫ్రికా, మెడగాస్కర్లలో ఆధారీయ హిమానీ మిశ్రపిండాశ్మములమీద (basal glacial conglomerates) నిలిచిఉన్న సమాంతర నిక్షేపశ్రేణులలో కనిపించే వృక్షజంతుసంపదకీ చాలా దగ్గరపోలికలు ఉన్నాయి. దీనినిబట్టి పూర్వజీవ కల్పాంతమునుంచి క్రిటేషన్ యుగారంభములవరకూ గొండ్వానాలాండు ఒకే ఒక భూఖండంగా ఉండేదనీ, తరువాత అది ముక్కలుగా పగిలి, వేరువేరు ముక్కలు వేరువేరు దిశలతో జరిగిపోయి, ప్రస్తుతం కనిపిస్తున్న ఆస్ట్రేలియా, దక్షిణఆఫ్రికా, దక్షిణఆఫ్రికా, అరేబియా, ఇండియాలుగా రూపొందాయనీ ఊహించవచ్చు.

మిగిలిన ప్రపంచం అంతలోనూ ఉన్నట్లుగా క్రికేషన్, ఎవోసిన్ మహాయుగాల మధ్య తీవ్ర స్తరవైజ్ఞానిక విషమవిన్యాసం ఇండియాలో కనిపించదు. క్రికేషన్ మహాయుగానంతరంలోనూ, ఎవోసిన్ మహాయుగ ప్రారంభంలోనూ భారతీయ ద్వీపకల్పంలో అగ్నిపర్వత క్రియాశీలత అత్యధికంగా ఉండేది భూస్పృశ్య నెరియలలోనుంచి బసాల్టిక్ లావా విపరీతంగా బయటికి ప్రవహించి 1800 మీ. ఎత్తున 10 లక్షల చ. కి. మీ. ప్రదేశాన్ని జ్వాలాముఖపీఠభూమిగా మార్చివేసింది. ప్రస్తుతం ఈ పీఠభూమి అనేక సమతల శిఖరపర్వతసమూహములుగా కోయబడి ఉంది. ఇటువంటి స్థలాకృతి పడమటికనుమలలో సర్వత్రా కనిపిస్తుంది మౌలికమైన ఈ జ్వాలాముఖిలలు అరిగి నల్లని మట్టిగా ఏర్పడింది. ఈ అగ్నిపర్వత మహావిజృంభణలకుతోడు 'చేఫిన్'లో ఉపరికార్పానిపెరెస్యుగంనుంచీ నిక్షిప్తం అవుతున్న అవసాదములు పైకిలేచి తెరలు తెరలుగా పర్వతములు ఉద్భవించ సాగేయి. అఖరి ఉత్థాపన ఉత్తరప్లియోసీన్ మహాయుగంలో జరిగి, సివాలిక్ పాదగిరులతోసహా పర్వతశ్రేణుల అక్షప్రదేశంపైకి లేచి ప్రస్తుతపు హిమాలయ పర్వతపంక్తులు ఏర్పడ్డాయి.

ప్రస్తుతపు ఆస్సాము, గుజరాతులలో ఉపరి-ఎవోసిన్, ఓలిగోసీన్ ల అర్ధికంగా చాలా ప్రాధాన్యత వహించాయి. ఇండియాలో పెట్రోలియంలు లభించే స్థలములివే.

బాహ్యద్వీపకల్పప్రదేశంలో చాలాభాగంలో సివాలిక్ వ్యవస్థ (మధ్య మియో సీన్ నుంచి ఆధోప్లిస్టోసీన్ వరకూ) విస్తరించింది. హిమాలయముల వ్యర్థపదార్థములనుంచి ఏర్పడిన జలోధమల్వానిర్మితపదార్థంతో ఈ వ్యవస్థ నిండి ఉంది. సివాలిక్కులనూ, పాతశీలలనూ విడదీస్తూ భంశ-అధిక్షిప్తరేఖ ఉంది అంతరించి పోయిన ఏనుగులు, ఖడ్గమృగములు, గుర్రములు, జిరాఫీలు, పందులు, నీటి గుర్రములు, లేళ్లు, దుప్పలు, మాంసభక్షకజంతువులు, మానవాకృతిగల కోతులు మొదలైన జంతువుల ఫాసిల్ రూపకములు ఆపారంగా ఈ వ్యవస్థలో ఉన్నాయి.

ఉత్తరార్ధగోళంలో అనేకప్రదేశాలలో జరిగినట్లే ప్లిస్టోసీన్ మహాయుగంలో ఇండియాలోకూడా హిమయుగం ఆరంభమైంది. హిమాలయాలన్నిటా 1800 మీ. ఎత్తువరకూ హిమనదులు అమితంగా ఉన్నట్లు, కొండచరియలను లోయలను

1400 మీ. ఎత్తువరకూ హిమనదీవహనములు, హిమోధములు నింపివేసినట్లు దాఖలాలు ఉన్నాయి ఇండియాలో మిగిలినచోట్ల హిమయుగం వచ్చినదనడానికి ఉష్ణోగ్రత తగ్గడమూ, వర్షపాతం అధికంగా ఉండడమూవంటి పరోక్ష ఆధారాలే కనిపిస్తున్నాయి. ప్లెస్టోసీన్ మహాయుగంలో ఏర్పడ్డ అతిముఖ్యమైన భూవైజ్ఞానిక విర్మాణం గంగాసింధుజలోడకమే దీనిమందం కొన్నిచోట్ల 1:00 మీ హిమాలయ పాదపీఠంనుంచి వింధ్యా-కాసనూరుశ్రేణివరకూగల నిమ్నప్రదేశాన్ని ఈ జలోడకం నింపుతోంది. తృతీయ మహాయుగంలో హిమాలయములు పైకిలేవడంచేత ఈ నిమ్నప్రదేశం ఏర్పడింది.

## పదునొకండవ ప్రకీర్ణము

### భూమ్యుపరితల చిత్రణము

భూమి ఉపరితలంమీద అనేకవిధములైన ఆకృతులు ప్రకృతిసిద్ధంగా ఏర్పడటానికి నీరు, గాలి, భూకంపాలు మొదలైనవాటి ప్రభావమే కారణం. ఈ స్థలాకృతులు ఏ విధంగా ఉద్భవించాయో, అవి ఏ యే దశలలో ఏ యే విధాలుగా మార్పులు చెందుతూవచ్చి, ఆఖరికి ప్రస్తుతకాలాన్ని పొందేయో తెలుసుకోవడం చాలా అవసరం. ఒకప్రదేశంలోని స్థలాకృతి అక్కడి శిలల లక్షణాలమీదా, ప్రకృతి శక్తులు వాటిమీద పనిచేసి, కాలవ్యవధిమీదా అధికంగా ఆధారపడి ఉంటుంది.

### అపక్షయము

శిలలు యాంత్రికంగా పగిలి ముక్కలు కావడమూ, రాసాయనికంగా మార్పులు చెందడమూ - ఈ ప్రక్రియలు రెండింటినీ ఉమ్మడిగా అపక్షయం (wea hering) అంటారు. అపక్షయక్రియవల్ల భూమి ఉపరితలంమీదనూ, దానికి దగ్గరలోనూ ఉన్న శిలలు పగిలి, క్షీణించి, చివరకు పొడి అయిపోతాయి. ఈ అపక్షయక్రియ యొక్క అంత్యఫలితమే 'మట్టి' అపక్షయపదార్థాలు కొంతకాలానికి గాలివల్ల ఇసుక, దుమ్మురూపంలో మరోచోటికి కొట్టుకొనిపోబడుతాయి. వర్షాలవల్ల బురద రూపంలో కొట్టుకుపోయి నదులను చేరుతాయి. హిమనదులవల్ల రాళ్లపొడి, ముక్కలు హిమోడ (moraine) పదార్థాలుగా కొట్టుకుపోతాయి. కనుక, పవనములు, నదులు, హిమనదులు పరివహనకారకములుగా పేర్కొనబడుతాయి. పరివహనకారకములవల్ల జరిగే క్షయజప్రక్రియను అసరదనం అంటారు. శిలా అపక్షయం అనే శబ్దంలో గురుత్వాకర్షణవల్ల కిందికి జారడంతప్ప వేరే పరివహనం లేదు. ఇది కేవలం స్టైటిక్ (static) ప్రక్రియ. అసరదనశబ్దంలో శిలాద్రవ్యం ఒకచోటినుంచి మరోచోటికి కదిలిపోవడం ఇమిడిఉంది. ఈ రెండు ప్రక్రియల ఫలితాలనూ కలిపి ఉమ్మడిగా "అనాచ్ఛాదనం" (denudation) అంటారు. వీటివల్ల ఉపరితలం అరిగిపోతుంది.

అపక్షయం ఎంతవేగంగా జరుగుతుంది అన్నది ఆక్కడి శీలలస్వభావంమీదనూ, వాటిమీద పనిచేసే అపక్షయకారకములమీదనూ ఆధారపడి ఉంటుంది. అపక్షయ కారకములు యాంత్రికము, రసాయనికము, జీవసంబంధము అని మూడుగతాలుగా ఉన్నాయి. ఆఖరికి మిగిలేవి శిలాశకలములు, ఖనిజములు, మట్టివంటి విఘటనావశేషాలు, నీటిలో కరిగి ప్రవాహంవల్ల దూరంగాపోయే విఘటనావశేషాలునూ

యాంత్రిక అపక్షయం అనేది ముఖ్యంగా హిమంవల్లనూ, ఉష్ణో తాపభేదాల వల్లనూ, జీవులవల్లనూ జరిగే భౌతికమైన మార్పు

చలిప్రదేశాలలో హిమాంశం (freezing point) కన్న ఉష్ణోగ్రత తక్కువగా నున్నప్పుడు నీరు గడ్డకట్టడము, తరువాత కరగడమూ ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా జరుగుతూ ఉండడంచేత రాళ్లు పగులుతాయి. చాలాభాగం రాళ్లలో సంధి (joint) అనగానే ప్రకృతిసిద్ధమైన విభంగములే కాకుండా చిన్నచిన్న పగుళ్లు, నెరియలు, రంధ్రాలుఉండి, వాటిలోకి నీరు చేరుతుంది నీరు గడ్డకట్టినప్పుడు వ్యాకోచిస్తుంది. కనక నెరియలు మరింత పెడబ్బు అవుతాయి నెరియలలోనూ, రంధ్రాలలోనూ చేరిన నీరు గడ్డకట్టడం, కరగడం, పునఃపునరావృతం కావడంచేత ఎంతబలమైన శీలలయినా చిన్నచిన్న ముక్కలుగా పగులపోతుంది. ఈ చక్రమైన అపక్షయాన్ని “ప్రథమ చర్య” (first action) అంటారు. నిజమైన కొండచరియలు ముఖ్యంగా ఇటువంటి అపక్షయానికి గురిఅవుతాయి. ఈ విధంగా విరిగిన రాతిముక్కలు క్రిందిపడి, సంచితమై, “టాలిక్” అనబడే వాలులు (లేక స్కీల్స్) ఏర్పడుతాయి.

అల్పజలక (బెట్ట, ఎడారి) ప్రదేశాలలో మంచుబెండలకు రాళ్లు బాగా వేడెక్కుతాయి. తత్ఫలితంగా రాతి పైభాగం వ్యాకోచించి, చల్లగాఉండే లోపలిభాగంనుంచి విడిపోతుంది. దీనికితోడు కాలినరాతిమీద వర్షంపడి చటుక్కున చల్లబడుతుంది. వైపెచ్చు, రాళ్ళలో రెండుగాని, అంతకన్న అధికంగాగానీ ఖనిజములు ఉండవచ్చు. అవి వ్యాకోచించే “రేటులు” వేరువేరుగా ఉండడంచేత అంతశ్శక్తులు ఏర్పడి, శిలాద్రవ్యాన్ని చెరోవైపుకీ లాగి, ముక్కలు చేస్తాయి.

ముఖ్యంగా ఉష్ణోగ్రతావిభేదాలవల్లనూ, తదితరకారణాలవల్లనూ రాళ్ల పైపొరలు పెచ్చులు పెచ్చులుగా ఊడివచ్చేస్తూ ఉంటాయి ఈ ప్రక్రియను “అపక్షయము” (exfoliation) అంటారు. స్థూలఖనిజకణములు కలిగిన ఏకసమానబృహత్ శీలలలో



ఈ వద్దతి బాగా పనిచేస్తుంది. ఇండియాలోని గ్రేనైటు కొండలలో ఈ అపదళన ప్రక్రియాఫలితములు ముమ్మరంగా కనిపిస్తాయి. నున్నవి నిట్రపుచరియలుగల గ్రేనైట్ ద్వీపీయగిరులు (inselbergs) వీటికి చక్కని ఉదాహరణలు. (Inselbergs అంటే జర్మన్ భాషలో Island mountains అని అర్థం). రసాయన, ఉష్ణోగ్రతాపరివర్తనములవల్ల పర్వతాల తీక్షణమైన కొనలు అరిగి కాలక్రమాన కొండలు గుండ్రంగా దోములలాగానూ, పార్శ్వములు నిట్రముగానూ తయారవుతాయి (10 వ చిత్రపటము).

వర్షంవల్ల ఎంత బాగా అపరదనం జరుగుతుందో చూపడానికి మృత్తికా స్తంభములు (earth pillars) మంచి ఉదాహరణలు ఇట్టి మృత్తికా స్తంభాలు ఏర్పడడానికి మెత్తటిమట్టి లేదా షేల్ పొరమీద గట్టి గుండ్రాళ్లున్న పొర ఉండాలి. వర్షపునీటివల్ల మెత్తటిమట్టి కోసివేయబడి, పైన రాయిఉన్నభాగంమాత్రం కోసుకుపోకుండా రక్షింపబడడంవల్ల మట్టి స్తంభంలా ఏర్పడుతుంది. స్పిటిలోని మధ్య హిమాలయములలోని జలోధవేదికలలో ఇటువంటి మృత్తికా స్తంభాలు కనిపిస్తాయి.

ప్రత్యక్షంగానూ, పరోక్షంగానూ శిలలు పగిలిపోవడానికి చెట్లు ఒకకారణం. పెరుగుతున్న వేళ్ళూ, మానులూ రాళ్ళమధ్య సందులను మరింత పెద్దవిచేస్తాయి. వానపాములు, చెదలు, ఎలుకలు వగైరాలు రాళ్ళసందులలో దూరి, అపక్షయకారకముల ప్రభావము మరింత లోతువరకు విస్తరించడానికి అవకాశం కల్పిస్తాయి. అడవులను కొట్టివేయడమూ, అడవులలో అగ్నిరగిలి తగలబడిపోవవివ్వడమూ, ఏటవాలుప్రదేశాలలో తప్పుగా దున్నడమూ, తోచినచోటనల్లా ఖనిజాలకోసం తవ్వడంవంటి పనులచేత మానవుడు నేలను అపరదనప్రక్రియకు లోనుగావిస్తున్నాడు.

క్రింది వాతావరణంలో అధికంగాఉన్న నీరు, ఆక్సిజను, కార్బన్ డైఆక్సైడుల సక్రియతవల్ల శిలలలోని ఖనిజములు విఘటనచెంది, కరిగి, వదులైపోవడాన్ని రాసాయనిక అపక్షయం అంటారు. సూక్ష్మజీవులవల్లనూ, వాటి క్షయజనద్రావణ (products of decay) వల్లనూకూడా అపక్షయం కలుగుతోంది. ప్రకృతిలో భౌతిక, రాసాయనిక, జీవసంబంధకారకములు కలిసిగట్టుగా శిలలను క్షయింపజేస్తాయి.

ఆక్సికరణము (oxidation), జలయోజనము (hydration), కార్బనేటుల తయారీ - ఇవి అపక్షయంలో జరిగే ముఖ్యమైన మార్పులు. క్వార్ట్జ్, స్వేతాభ్రకం (muscovite mica) వంటి ఏవో కొన్ని ఖనిజాలు మాత్రమే విఘటనప్రక్రియను ప్రతిరోధిస్తాయి. చాలాభాగం సిలికేటు ఖనిజములు మట్టివంటి వీటిలో కరుగవి అవశేషము (residue) గా విడిపోతాయి.

శిలాద్రవ్యములలోని సంసక్తి (cohesion) రసాయనద్రవ్యాలవల్ల తగ్గుతుంది. ఈ ప్రక్రియలో తయారైన ద్రావణాలు వర్షంవల్ల కొట్టుకుపోగా, రాయి చిల్లులు చిల్లులుగా అయి నలిగిపోతుంది. రాసాయనిక అపక్షయం ఈ విధంగా జరుగుతుంది.

సమకోణీయ (rectangular) సంధులు కలిగిన సూక్ష్మకోణీయ సమజాతీయ (homogeneous) శిలలు రాసాయనిక అపక్షయంవల్ల మధ్యలో కరిసమైన మార్పుచెందవి రాయి, పైన ఉల్లిపాయపొరలలాగ విఘటితవార్ధం పొరలు పొరలుగా ఏర్పడుతుంది. చదునైన ప్రదేశాలలోకన్న అంచులదగ్గరా, మూలల దగ్గరా విఘటనం ఎక్కువ లోతుగా జరుగుతుంది. ఈ ప్రక్రియను “గోళాకృత అపక్షయం” (spheroidal weathering) అంటారు. దక్కన్ ట్రాప్ లో దీనికి చక్కని దృష్టాంతాలు ఉన్నాయి.

తేమవాతావరణంగల ప్రదేశాలలో వర్షపునీరు రాళ్ళల్లో చాలా లోతుకి దిగుతుంది కనుక అపక్షయం చాలా లోతువరకు జరుగుతుంది పడమటి కనుమలలో కొన్నిచోట్ల అపక్షయం 20, 30 మీటర్ల లోతువరకూ జరుగుతుంది. అతివృష్టి, అనావృష్టి ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా సంభవించే ప్రదేశాలలో అపక్షయజపదార్థాలలో అల్యూమినియం, హైడ్రాక్సైడు, ఐరన్ హైడ్రాక్సైడు, సిలికా, రకరకాల కార్బనేటులు, సల్ఫేటులు ఉంటాయి వీటిలో చాలాభాగం వాననీటిలో కరిగి కొట్టుకుపోతాయి. కాని, అల్యూమినియం హైడ్రాక్సైడు, ఐరన్ హైడ్రాక్సైడు మాత్రం కరుగవి అవశేషములుగా పైభాగాన మిగిలిపోయి, శేఫర్లైట్ అనబడే ఎర్రగోధుమరంగు విశేషం ఏర్పడుతుంది (లాటిన్ భాషలో శేఫర్ అంటే ఇటుక అని అర్థం). పడమటికనుమలలో చాలాచోట్ల, ఇంకా మరికొన్ని ప్రదేశాలలోనూ శేఫర్లైట్ ను ఇటుకలుగాకేసి కట్టడానికి విరివిగా ఉపయోగిస్తారు. మొదట్లో

మెత్తగాఉండే లేటరైటు గాలితగిలి బాగా గట్టిపడుతుంది. కనుక పీటిఉపయోగం మరింత ఎక్కువ. అల్యూమినియం పాలు అధికంగాఉండే లేటరైటును బాక్సైటు అంటారు. ఇది ముఖ్యమైన అల్యూమినియం ధాతుకం (ore)

చాలాచోట్ల పగిలిపోయిన, వదులుగాఉన్న పొర భూపృష్ఠలమీద కనిపిస్తుంది. ఈ పదార్థాన్ని వ్యర్థమైన మేంబ్రో లేదా “రేగోలీ” అంటారు. ఈ వ్యర్థాలా మేంబ్రో అపక్షయప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడినచోటనే అవశేషంలా ఉండిపోయి ఉండవచ్చు లేదా గాలి, నీరు, హిమనద్యదులవల్ల ఒకచోటినుంచి మరోచోటికి మోసకొని రాబడి ఉండవచ్చు.

వాతావరణస్థితులనుబట్టి అపక్షయప్రక్రియ రకరకాలుగా ఉంటుంది. శీతల వాతావరణంలో యాంత్రికాపక్షయం చాలా ప్రధానమైనది. పొడిగాఉండే సమశీతోష్ణ వాతావరణం లో అపక్షయప్రక్రియలు అన్నీ పనిచేస్తాయి. తేమగాఉండే ఉష్ణవాతావరణం లో రాసాయనికాపక్షయం ప్రముఖంగా ఉంటుంది. ఏమంటే, తేమ, నేడి కలిస్తే ద్రావణక్రియ (solvent action) త్వరితం అవుతుంది. పొడిగా ఉండే ఉష్ణ వాతావరణంలో యాంత్రికాపక్షయం అధికంగా జరుగుతుంది.

### నేల ఏర్పడే విధం

వ్యర్థాలామేంబ్రోయొక్క ఉపరితలంమీద నేల అని పిలువబడే పదార్థం భౌతిక, రాసాయనిక అపక్షయప్రక్రియలు జీవఅపక్షయనన్నిహితత్వంతో ఏర్పడుతున్నది. సమస్తజంతువులూ, వృక్షములూ ప్రత్యక్షంగానో, పరోక్షంగానో తమ మనుగడకోసం నేలమీద ఆధారపడిఉన్నాయి. కనుక నేల ఏర్పడుటకు జరిగే ప్రక్రియలు మిగిలిన సకలప్రక్రియలకన్నా అత్యధికోపయుక్తమైనవి అనడంలో సందేహంలేదు ఈ ప్రక్రియకీ వాతావరణస్థితికీ దగ్గరసంబంధం ఉండడంచేత ఒక్కొక్కప్రదేశంలోని నేలస్వభావం అక్కడి వాతావరణాన్నిబట్టి ఉంటుంది. ఏ ఆధారశైలము (bed-rock) నుంచి నేల ఏర్పడిందో ఆ శైలంమీద ఆ నేలస్వభావం ముఖ్యంగా ఆధారపడి ఉంటుంది

నేలలో రెండు ముఖ్యమైన భేదాలు ఉన్నాయి. ఒకటి అవశేషీయం (residual), రెండవది పరివహితము (transported) అవశేషీయ పృథ్విక సుమారు

నల్లగా ఉంటుంది. దీనికి కారణం జీవనంబంధమైన పదార్థాలు (పీటిని "హ్యూమస్" అంటారు) కుళ్ళి ఆమట్టిలో కలియకమే భూమిలో లోతుకి వెళ్ళినకొద్దీ కుళ్ళి ఇందులో విభేదాలు ఉన్నాయి సగం సగం విఘటనచెందిన శిలలు, వృక్షనంబంధమైన పదార్థాలు స్వల్పంగాగానీ, అనలే లేకుండాగానీ ఉన్న భాగాన్ని అధోభూమి (క్రిందినేల *sub-soil*) అంటారు అధోభూమికి కింద క్షయం అవుతున్న విగళిత శిల (*rotten rock*) ఉంటుంది. దానికింద మృదువు చెందని స్వచ్ఛ శిల (*fresh rock*) ఉంటుంది. కొన్నికొన్నిచోట్ల అపక్షేపీయ మృత్తిక రసాయనవిఘటనంచేత ఎంతగానో మారిపోయి, అది ఆరలు ఏరకమైన శిలనుంచి ఏర్పడిందో తెలుసుకోవడం కష్టసాధ్యమవుతుంది అటువంటి మట్టిని "పరిపక్వమృత్తిక" (*mature soil*) అంటారు

పుట్టినచోటినుంచి మరోచోటికి మోచుకుపోబడిన మట్టిని "పరివహితమృత్తిక" (*transported soil*) అంటారు. గురుత్వాకర్షణవల్లగానీ, ప్రాకేస్వభావంవల్లగానీ మట్టి స్వల్పహారం జరిగి ఉండవచ్చు లేదా వందలాది కిలోమీటర్లదూరం గాలి వల్ల, నీటివల్ల, హిమనదులవల్ల పరివహితం కావచ్చు నదులచేత మోసుకుపోబడి ఒడ్డున చేర్చబడ్డ ఒండ్రుమట్టిని జలోధమృత్తిక (*alluvial soil*) అంటారు ప్రారంభదశలో ఉద్భృతంగా ప్రవహించే సెలయేళ్లు రాళ్లు, కంకర, ఇసుక వగైరాలి నన్నింటినీ గెంటుకుపోతాయి. పరిపక్వదశలో నెమ్మదిగా ప్రవహించే నదులు సూక్ష్మశిలాకణములనుమాత్రమే మోసుకుపోతాయి నదీదెల్టాలలోనూ, వరద మైదానాలలోనూ ముఖ్యంగా జలోధమృత్తికలు ఉంటాయి దీనికి గంగా సింధు మైదానం చక్కని ఉదాహరణ. హిమనదులవల్ల కొనిపోబడిన హిమోధమృత్తిక (*glacial soil*) పేరుకొని, హిమోధములు (*moraines*) ఏర్పడుతాయి. అట్టి స్తరవిహీనములైన అపక్షేపములను "అపోథము" (*drift*) లేక "బిల్" (*bill*) అంటారు. అపోథములో ముఖ్యంగా మట్టి, రాతిపోడివంటి సూక్ష్మకణేయద్రవ్యములు ఉంటాయి, కాని కొన్నికొన్నిచోట్ల వేరువేరు పరిమాణాలలో రాళ్లున్నూ కనిపిస్తాయి జలోధఅపక్షేపములలోని రాళ్లు నునుపుదేరిఉంటే, అపోథఅపక్షేపములలోని రాళ్లు కోణములు కలిగి ఉంటాయి.

శిలలలో అనేకరకాలు. వాటిలో అనేకరకాల ఖనిజాలు ఉండడంచేతనూ, అవి వివిధపరిస్థితులలో అపక్షయంకావడంచేతనూ నేలలలోకూడా అనేకరకాలున్నాయి.

క్వార్ట్జ్ కణములచే ఏర్పడ్డ ఇసుక నేల మరీ వదులుగానూ, నీరు నిలువనిదిగానూ ఉండడంచేత మొక్కలు పెరుగడానికి అనుకూలమైనదికాదు. కెవోలిన్ అనబడే బహుసూక్ష్మకణములచేత ఏర్పడ్డది బంకమన్ను (clay). ఇది బొత్తిగా అపాక గమ్యం (impervious) అయిన మట్టి. బంకమట్టి, ఇసుక కలిస్తే దానిని “గడమ” (loam) లేక చిక్కజమృత్తిక అంటారు. ఇది చాలా మంచి మట్టి. బంకమన్ను, సున్నపురాయి కలిసిన మట్టిని “మారల్” (marl) లేక మార్ల మృత్తిక అంటారు కుళ్లిన అంగారకపదార్థం అధికంగా ఉన్న నల్లమట్టిని “మక్” (muck) లేక మలినమృత్తిక అంటారు. ఈ విభేదాలు సమశీతోష్ణమండలాలలో ప్రాయం (young) లో ఉన్న నేలలలో అధికంగా కనిపిస్తాయి. పరిపక్వమృత్తిక లలోనుంచి కొన్నిపదార్థాలు అవిచ్ఛిన్నంగా బయటికిపోతూ, మరొకొన్ని వచ్చి చేరుతూ ఉంటాయి. ఉదాహరణకి పెరుగుదల, విఘటనకన్న అధికంగా ఉంటే మట్టిలో హ్యూమస్ పాలు పెరుగుతుంది. కనుక, ఇది వాతావరణంమీద ఆధారపడి ఉంటుంది ఈ విధంగా వాతావరణస్థితినిబట్టి మృత్తికాసంయోజనం క్రమంగా మార్పులు చెందుతుంది. మట్టియొక్క రంగు ముఖ్యంగా అందులో చేరిన ఇనుప యోగికములమీద, హ్యూమస్ యొక్క అల్పత్వ అధికత్వాలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది రష్యాలోని స్టెప్పీలలో గ్రెనైట్, బసాల్ట్, లోయెస్, గోళాశ్మముల వంటి విభిన్నశిలలనుంచి నల్లని నేలలు ఏర్పడింది సమశీతోష్ణమండలాలలో గ్రెనైట్ నుంచి బూడిదరంగు నేలలు (podsoils), స్టెప్పీలలో నల్లని నేలలు (chernosem), ఉష్ణమండలాలలో ఎర్రనినేలలు (laterite) ఏర్పడుతున్నాయి.

### భారతదేశంలోని నేలలు

భారతదేశంలోని నేలలు సామాన్యంగా బహుపురాతనమైనవీ, పరిపక్వత చెందినవీనూ నేల ఏర్పడుట చాలావరకు వాతావరణాన్నిబట్టి, అందులోనూ ముఖ్యంగా వర్షసాతాన్నిబట్టి ఉంటుంది. సమశీతోష్ణమండలంలోకన్న భారత దేశంలో నేలయొక్క ఉష్ణోగ్రత 10 నుంచి 20 డిగ్రీలవరకూ అధికంగా ఉంటుంది. తత్ఫలితంగా మృత్తికావిర్మాణంలో పాల్గొనే రసాయనప్రక్రియలు చాలా తీవ్రంగా ఉండి, శిలావిచ్ఛేదన, రసాయనిక విఘటనము మరింత వేగంగా జరుగుతాయి.

గంగా సింధుమైదానంలోని నేల ముఖ్యంగా జ్వోధకం. హిమాలయములు ఆరుగడంవల్ల ఏర్పడ్డ చెత్త చెదారము ఇక్కడికి వచ్చింది. బంకమట్టి, ఇసుక కలిపిన గరుము ఇందులో ఉంది, భారతదేశంలో అత్యంతసారవంతమైన ప్రదేశం అయింది. భారతీయ ద్వీపకల్పంలోని నేలలు మాత్రం ఏర్పడినచోటనే ఉండిపోయిన రకానికి చెందినవి. వాటి ఉత్పత్తికి కారణభూతమైన రాళ్ళలోని రసాయనద్రవ్యాలనుబట్టి ఆ మట్టియొక్క ఫలదత (బరించే) ఆధారపడి ఉంటుంది.

భారతదేశంలోని నేలలను ఈ క్రిందివిధంగా వర్గీకరించవచ్చు

- (1) వండ్రునేలలు, (2) నల్లనేలలు, (3) ఎర్రనేలలు, (4) కంకరనేలలు, (5) అడవినేలలు, కొండనేలలు, (6) ఎడారినేలలు, (7) చాడునేలలు, (8) పేటినేలలు, బురదనేలలు.

(1) వండ్రునేలలు . గంగా సింధుమైదానపు పైభాగంలో వండ్రునేలలు స్థూల కణీయంగానూ, మధ్యభాగంలో మధ్యమకణీయంగానూ, అట్టడుగుభాగాన సూక్ష్మ కణీయంగానూ ఉంది అన్నింటికన్న స్థూలమైనది ఇసుక కనుక, నదుల ఊర్ధ్వభాగాలలో ఇసుక అధికంగా ఉంటుంది. సూక్ష్మతమకణీయమైనది బంకమట్టి కనుక అది నదుల ఆధోభాగంలో అధికంగా ఉంటుంది. చదునైన ప్రదేశం కావడంచేత గంగాలోయలో అనేకమైన కాలువలు వ్యవసాయార్థం తవ్వబడ్డాయి. మిగిలినచోట్లకన్న బెంగాలులోని వండ్రునేలలు దగ్గరదగ్గరగానూ, తక్కువ స్థాయిముతోనూ, ఎక్కువ తేమగానూ ఉంటాయి. ఇక్కడ వరి, చెరకు, పొగాకు, జ్వాబ్ అధికంగా పండించబడతాయి.

దక్కను తీరస్థప్రదేశములలోని వండ్రునేలలలో రంధ్రరహితంగానూ, నల్లని రంగులో బంకగానూ ఉంటాయి. భారతీయ ద్వీపకల్పంలోని నదీముఖములదగ్గర, లోయలలోనూ ఈ మట్టి కనిపిస్తుంది.

(2) నల్లనేలలు . మైసూరులోనూ, మహారాష్ట్రంలోనూ, గుజరాతులోనూ, మధ్యప్రదేశ్ పశ్చిమభాగంలోనూ, ఉత్తరప్రదేశ్ లో దక్షిణభాగంలోనూ, బీహారులో ఆగ్నేయభాగంలోనూ, ఒరిస్సాలో నైఋతిభాగంలోనూ, ఆంధ్రప్రదేశ్ లో పడమటి భాగంలోనూ ఈ నల్లనేలలు కనిపిస్తాయి. దక్కనుట్రాపులో ముఖ్యమైనది

నల్లరేగడిరేం (regur or black cotton soil) ఈ రకమైన మట్టి అనేక ప్రదేశాలలో బసాల్ట్‌లాదా స్తరములనుంచి ఎర్పడింది. ఇది పరిపక్వతచెందిన నేల. ఇది ముఖ్యంగా వాతావరణస్థితివల్ల ఎర్పడ్డదే కాని, ఎదో ఒక ప్రత్యేకకళిలనుంచి ఏర్పడ్డదికాదు.

నల్ల నేల కొంతవరకు కాల్షియముయంగా ఉంటుంది. అది బహుసంహితం (omnipotant), బంకగా, తేమను ఇముడ్చుకునేదిగా ఉంటుంది. అది చాలా సారవంతంగా, పత్తి, గోధుమ, అవిళ, జొన్న, శనగలు పండించడానికి అనువుగా ఉంటుంది.

(3) ఎర్రనేల భౌతిక ద్వీపకల్పంలో చాలాచోట్ల ఉష్ణమండల అభిలక్షణమైన ఎర్రనేల కనిపిస్తుంది. మృత్తికలు రంగులోనూ, లోతులోనూ, సంయోజనంలోనూ బాగా భేదిస్తాయి. అల్పజలకప్రదేశాలలోని ఇసుక లేతరంగు నేలలలో సజ్జలుమాత్రమే పండుతాయి. మైదానాలలోని సారవంతమైన చిక్కని ఎరుపు గరుమునేలలో అనేకరకాల పంటలు పండుతాయి.

(4) కంకరనేల : లేటరైట్ అవక్షయంచెందడంచేత కంకరనేల ఎర్పడుతుంది. ఇది ఎర్రగా, ముతకగా ఉంటుంది. బంకమట్టి, కంకర కలిసిఉంటాయి. ఈ రకపు నేలలో అమృత అధికంగా ఉంటుంది కనుక, అమృతను సరిదిద్దడం ముఖ్యమైన వ్యాపసాయికసమస్య. తేయాకుమొక్కకు అమృత అవసరం కనుక ఈ నేలలలో సామాన్యంగా తేయాకు పండిస్తారు.

(5) అడవినేలలు, కొండనేలలు. అడవిలో పెరిగే జీవసంబంధమైన పదార్థం కుళ్ళి, సంచితమై, ఈ నేల తయారవుతుంది. అస్సాములోని కొండజిల్లాలలోనూ, ఉత్తరప్రదేశ్‌లోనూ, ఉపహిమాలయప్రదేశ్‌లోనూ, కూర్గ్‌లోనూ, ఈ మాదిరి నేలలు కానవస్తాయి.

(6) ఎడారినేలలు : ఉప్పు ఎక్కువగాఉండే ఇసుకతో నిండిఉంటుంది. ఈ మట్టి దక్షిణపంజాబు, రాజస్థాన్‌లలోని అల్పజలకప్రదేశాలలో ఈ నేలలు కనిపిస్తాయి. ఇందులో జీవసంబంధపదార్థం అతిస్వల్పంగా ఉంటుంది. గాలివల్ల కొట్టుకువచ్చిన ఇసుకతో ఈ ప్రదేశాలు కప్పబడిఉంటాయి. ఇక్కడ వ్యవసాయానికి ముఖ్యమైన నీరు లభించదు. సరియైన నీటిపారుదలవల్ల ఈ ప్రదేశాలను వ్యవసాయోప

యోగ్యంగా చేయవచ్చు. ఈ విషయం ఒరుండా అనే చోట ఋజువు అయింది. ఇది రాజస్థాన్ ఎడారిలోని స్వల్పలంఘ్యప్రదేశం వీటిపాదుదలసౌకర్యాలవల్ల ఈ ప్రదేశాన్ని ఎప్పనివలుపు పండ్ల పొలాలుగా మార్చగలిగేరు ఇక్కడ ప్రస్తుతం గోధుమ, బార్లీ, ఆవ, వరి, ద్రాక్ష పండ్లున్నాయి.

(7) చౌడునెలల భారతదేశం అంతటా అన్నిరకాల శీతోష్ణమండలాల లోనూ ఈ మృత్తికలు కనిపిస్తాయి. విర్జలప్రదేశాలు పెక్కింటిలో, ముఖ్యంగా బీహారు, ఉత్తరప్రదేశ్, రాజస్థాన్, పంజాబులలో ఉప్పు, జ్వరములు ఏర్పడు తాయి. ఇవి నెలలకు చాలా హానికరములు. ఉప్పునెలలలో సోడియంక్లోరైడు, సోడియంసల్ఫేటు అధికంగా ఉంటాయి. జ్వరములమృత్తికలో సోడియం బైకార్బోనేటు అధికంగా ఉంటుంది.

(8) చౌడునెలలు, బురదనెలలు తేమ ఎక్కువగాఉండే ప్రదేశాలలో జీవ సంబంధమైన పదార్థాలు సంతృప్తకావడంవల్ల పేటిమృత్తిక ఏర్పడుతుంది. ఈ నేలలు నల్లగా, బయపుగా, అల్లుత అధికంగా కలిగిఉంటాయి ఇవి కేరళలో కనిపిస్తాయి. బురదనెలలు ఒరిస్సా తీరప్రాంతాలలోనూ, సుందరపనాలలోనూ, బెంగాలులోని కొన్నిప్రదేశాలలోనూ, ఉత్తరబీహారులోనూ, మద్రాసురాష్ట్రంలోని అగ్నేయతీరంలోనూ కనిపిస్తాయి.



పండ్లెండవ ప్రకరణము

## ప్రవాహోదకం (పారేసీరు)

అనేకకోట్లసంవత్సరాలుగా అపరదనకారకములు నిరంతరాయంగా భూమిని కోపి పేస్తూ. సముద్రతలంతో సమానంచేయాలని ప్రయత్నిస్తున్నాయి నీరు. గాలి. మంచు—ఇవి మూడూ అపరదనకారకాలు ఈ మూడింటిలో ప్రవహించే నీరు అతిముఖ్యమైనది. వర్షంవల్ల, కరిగిన మంచునుంచీ ప్రవాహోదకం ఏర్పడుతుంది. నేలమీద ప్రతిఏడూ 100 సెం.మీ. నీరు వర్షరూపంలోనూ, మంచురూపంలోనూ పడుతోంది. ఇది సుమారు 1,50,000 ఘన కిలోమీటర్ల నీటికి సమానం వర్ష రూపంలో పడిన నీరు ఎత్తుప్రదేశాలనుంచి కిందికి జారి, కయ్యలుగా, వాగులుగా, నదులుగా ప్రవహించి, ఆఖరికి సముద్రాన్ని చేరుకుంటుంది. ఈ నీరు ఆవిరియై మళ్ళీ వర్షరూపంలోనూ, మంచురూపంలోనూ నేలమీద పడుతుంది. దీనిని “జలవైజ్ఞానికచక్రం” (hydrological cycle) అంటారు నేలమీదపడ్డ నీటిలో ఆరవవంతుమాత్రమే నదీప్రవాహములకంగా సముద్రాలను చేరుతోంది మిగిలిన దానిలో కొంత భూమిలోకి ఇంకిపోతోంది, కొంత ఆవిరియై పైకిపోతోంది.

నదుల ఉత్పత్తిస్థానంగురించి సరిగ్గా తెలియదు అనే మాట సాధారణంగా విజమే. గంగానదికిలాగే ఉత్పత్తిస్థానం హిమనదిలో ఒక మంచుగుహ కావచ్చు. లేదా నర్మదకిలాగే అమర్కంబక్ లో ఎత్తైన ఒక నీటిబుగ్గ కావచ్చు. లేదా పశ్చిమ వాహిని అయిన శతద్రుకిలాగే ఉత్పత్తిస్థానం ఒక సరస్సు కావచ్చు. నదులన్నిటి విషయంలోనూ సరిగ్గా ఇదీ ఉత్పత్తిస్థానం అని వేరుపెట్టి చూపించడం కష్టం.

వర్షపునీరు వాగులాగ ఏర్పడకపూర్వమే కొంత అపరదనాన్ని కలుగజేస్తుంది. వర్షపునీరు వాలులనుంచి కిందికి ప్రవహించేటప్పుడు తమతోబాటు కొంత మట్టిని కూడా తోసుకురావడమే ఇందుకు నిదర్శనం. వర్షపునీటివల్ల కలిగే ఈ రకమైన అపరదనానికి ఫలకాపరదనం (sheet erosion) అని పేరు.

వాగులులలో అనేక ఫేదాలున్నాయి. కొన్నివాగులు వేల కిలోమీటర్లపొడవు మేర ప్రవహిస్తాయి. కొన్ని చాలాతక్కువ నిడివిమేర ప్రవహిస్తాయి. కొన్ని

జేద్దవి, కొన్ని చిన్నపీను. కొన్నిచోట్ల వాగులు దగ్గరదగ్గరగాను, కొన్నిచోట్ల దూరదూరంగాను ప్రవహిస్తాయి. ఒకానొకవాగు ఎక్కువగా ఒండ్రును మోసుకు వస్తుంది. మరొకటి ఏమాత్రం ఒండ్రులేకుండా చాలా స్వచ్ఛమైన నీటితోనే ప్రవహిస్తుంది.

వర్షాలు ఎక్కువగా కురిసేచోట అధికసంఖ్యలోను, వర్షపాతం తక్కువగా ఉన్నచోట తక్కువగాను వాగులు పారతాయి భ్రంశములు, వలనములు, ఊర్ధ్వ అదోపమావలనములు వాగుల ఉనికికి చాలావరకు హేతువులు.

కొన్నివాగులు ఏడాదిపొడుగునా ప్రవహిస్తూనే ఉంటాయి దానికి కారణం అవి సరస్సులలో పుట్టిఉండడం కావచ్చు. లేదా మంచుకరిగే పర్వతపాదములవద్ద పుట్టి ఉండవచ్చు. వీటిని “శీఘనదులు” (*permanent streams*) అంటారు హిమాలయాలలో పుట్టిన నదులు ఇందుకు చక్కని ఉదాహరణలు మంచు కరిగి నీరు లభ్యం అవుతూ ఉండడంచేత ఇవి ఏడాదిపొడుగునా ప్రవహిస్తాయి. ఎడారి ప్రదేశాలలో పుట్టిన నదులు నీటికోసం వాతావరణస్థితిమీద ఆధారపడతాయి కనుక అవి “అంతరాయకనదులు” (*intermittent streams*). మధ్యఇండియా, దక్కనుల తోవి నదులు వర్షాశ్రయములు కనుక, వాటిలోని నీరు హెచ్చుతూ తగ్గుతూ ఉంటుంది. ఒక్కనెల్లాళ్ళపాటైనా అవిబిన్నంగా ప్రవహించని నదులను “స్వల్పాయుప్రవాహాలు” (*ephemeral streams*) అంటారు ఇవి అల్పజలక ప్రదేశాలలోనూ, ఎడారిప్రదేశాలలోనూ కనిపిస్తాయి. అంతరఅపవాహద్రోణుల (*interior drainage basins*) లోని వాగులు స్వల్పాయులక్షణాలను కలిగి ఉంటాయి. అవి వేరువేరు స్థానా (తాత్కాలిక సరస్సు) ద్రోణులలోకి ప్రవహిస్తాయి, లేదా సంఖ్యవంటి ఉప్పునీటిసరస్సులలోకి ప్రవహిస్తాయి, లేదా సముద్రాన్ని చేరుకోకమునుపే ఎడారి ఇసుకలో పూర్తిగా ఇంకిపోతాయి.

### ప్రవాహోపరదన పద్ధతులు

వివిధప్రమాణాల శీలాకకలాలను ప్రవాహాలు మోసుకుపోతాయి. వాటిలో ఒండ్రు, బురద, ఇసుక, గులకరాళ్లు, పెద్దపెద్ద బండరాళ్లకూడా ఉండవచ్చు. వీటిని “భారం” (*load*) అంటారు. వీటిసాయంతోనే నదులు యాంత్రికావర

దనాన్ని సాధిస్తాయి గట్టు అమిగుభాగము ఈ శిలాశకలముల ఒకపిటివల్ల యాంత్రికంగా అరిగిపోవడాన్ని “జలకృతకలనము” (corrasion) అంటారు. కోణాలు కలిగిన శిల శకలాలను అధికంగా మోసుకువస్తున్నది. సాపేక్షంగా మెత్తనివైన శిలలప్రక్రియను ప్రవహిస్తున్నప్పుడు జలకృతాపరదనం వేగంగా కొనసాగుతుంది. నదీశయ్యలలో తలచు కనిపించే గుండ్రని నున్నని గులకరాళ్లు ఈ ప్రయోగం అపరదనానికి సాక్ష్యాలు. సదులవల్ల లోయలు లోతుగా అవడానికి ఈ జలకృతాపరదనమే కారణం. ప్రాంతీక కోయడంలో “జలగర్తీకలన” (pot-holes) ఏర్పరచడం చాలముఖ్యమైనది. గట్టిరాళ్ళలోగల చిన్నచిన్న గుంటలలో వాగులు కొవచ్చిన గులకరాళ్లు, ఇసుకరేణువులూ దూరి, ప్రవాహవేగంవల్ల ఆ గుంటలలో గుగిరా తిరిగి, వాటిపై మరల లోతుగా చేస్తాయి. వీటినే జలగర్తీకలు అంటారు. గులకరాళ్ల అవర్తనలనము (spiral movement) వల్ల ఈ రంధ్రాలు నిట్టనిలువుగా, చాలా లోతుగా ఏర్పడుతాయి. ద్రావణరూపంలో అపారమైన ద్రవ్యాన్ని నదీజలాలు మోసుకుపోతాయి. ప్రవాహంలోపడి కొట్టుకు పోతున్న రాళ్ళల్లోనూ, గట్టులవెంబడి ఉన్న రాళ్ళల్లోనూ గల కిరిగే పదార్థాలను నదీజలాలు తమలో అముద్బుకుంటాయి. ప్రవాహోదకించేత జరిగే రసాయన క్రియను “సంశ్లేషము” (corrosion) అంటారు.

వదులుగా లేదా మెత్తగాఉన్న పదార్థంమీద ప్రవహిస్తున్నప్పుడుగానీ, లేదా సంధులు అధికంగాఉన్న కఠినశిలలమీద ప్రవహిస్తున్నప్పుడుగానీ కేవలం ప్రవాహోదకస్పర్శచేతనూ, వత్తిడిచేతనూ అపరదనం చాలా జరుగుతుంది. ప్రవాహోదకపు వత్తిడిచేత కలిగిన ద్రవశ్రేణిక క్రియ (hydraulic action) వల్ల స్తరతలములచేతనూ, సంధివ్యవస్థలచేతనూ విభక్తమైన శిలలోని ముక్కలు ఊడి వచ్చేస్తాయి.

ఏటా సుమారు 8000 మిలియను టన్నుల ద్రవ్యం నదీప్రవాహాలచేత నము ద్రావలోకి కొట్టుకుపోతోందని అంచనా. 105 చ. కి. మీ. మొత్తం వైశాల్యంగల ద్రోణులనుంచి ఈ ద్రవ్యం పరివహితం అవుతోంది అంటే 30,000 సంవత్సరాల కాలంలో ఒకమీటరు భూభాగంపై తలం తరిగిపోతోంది అన్నమాట. ద్రోణులను బట్టి నరాసరి అనాచ్ఛాదనవేగాలు మారుతూ ఉంటాయి.

## ప్రవాహపరివహనం

.మొదట తీసుకుపోయే యాంత్రికభారంలో ప్రత్యక్షంగా కనిపించే ప్రవహం నీటిలో విలంబించి మై (expansion) నదీతలంమీద దొర్లుతూ ముందుకి గెంటుకుపోబడుతూ ఉంటుంది. నీటిలో కరిగిన ఖనిజపదార్థములే పరోక్షమైన ప్రవాహనధారం. ప్రవాహవేగం స్వల్పంగా పెరిగినా దాని పరివహనశక్తి అమితంగా పెరుగుతుంది. అందుకే వరదవచ్చిన నది అంత అధికనష్టాన్ని కలిగిస్తుంది.

ఉపనదులు తీసుకువచ్చి అందించే భారంకన్న ఇంకా ఎక్కువభారాన్ని మోసుకు పోవడానికే తగిన వేగమూ, ఆయతనమూ కలిగిన నది తనశక్త్యను లోతుగా కోయగలుగుతుంది. దీనిని “నిమ్నీకరణం” (degradation) అంటారు. నిమ్నీకరణం కొనసాగగా కొనసాగగా నదీశక్త్యులోని చాలు క్రిమంగాతగ్గి, కొంత కాలానికి సదీప్రవాహబలం అంతా భారాన్ని మోసుకుపోవడంలోమాత్రమే ఖర్చు అయి, ఇక ఎటుమీదట నిమ్నీకరణం జరుగదు. మోయగలిగినదానికన్న అధిక భారం లోవచ్చి కలిస్తే అప్పుడా నది “అధికభారితం” (overloaded) అయింది అంటారు. అటువంటి సమయంలో తనశక్త్యను లోతుకి కోయలేదు సరికదా, తనలోని భారాన్ని కొంత విడిచేసుకుని, శక్త్యంతలాన్ని మెరకచేస్తుంది. దీనిని “ఉన్నతీకరణం” (aggradation) అంటారు. అతివాలుగా ప్రవహించే ఉపనదులు కలిసిన కొండవాగును కొన్ని అత్యధికభారితములై, ఆ భారాన్ని మోసుకుపోయే శక్తిలేక, దారిలో కొండచోయలలో వదిలివేస్తాయి. ఆ లోయలు లోతు అవడానికి బదులు మెరక అవుతాయి.

నదియొక్క పరివహనశక్తి, దానిభారమూ ఇంచుమించు సరిసమానంగాఉంటే ఆ నదిని “గ్రేడింగ్ నది” (graded stream) అంటారు. అట్టి నది ఉన్నతీకరణం గాని, నిమ్నీకరణంగాని చేయలేదు. దాని ఉపనదులు తీసుకువచ్చిన భారాన్ని మోయడానికి సరిపడ్డ శక్తిమాత్రమే కలిగి ఉంటుంది.

నదీశక్త్యులో అన్నింటికన్న లోతైన బిందువును “బేస్ లెవల్” (base level) అంటారు. ఇంతకన్న కిందికి నది కోయలేదు. సరస్సులవల్లనూ, స్రవరోధకశిలలవల్లనూ, ప్రవాహాన్ని ఆడ్డగించే మరేదైనా అడ్డువల్లగావీ తాత్కాలిక

చరమస్తరములు ఏర్పడుతూ ఉంటాయి. నది పతనమయ్యే సముద్రపుతలమే అంతిమచరమస్తరము.

### నదుల విశిష్ట లక్షణములు

క్రాంతప్రదేశంలో సహజంగా ఉన్న వాలులోనే నది ప్రవహిస్తుంది. ప్రప్రథమ స్థలాకృతివల్ల శయ్యలు నిశ్చయింపబడ్డ నదులను “కాన్సీక్వెంట్ నదులు” (consequent streams) అంటారు. కొన్ని నదుల శయ్యలు సహజస్థలాకృతి విద్విష్టములుకాక, శిలాస్తరములు విభేదీకరదనము (differential erosion) నకు లోనుకావడంవల్ల ఏర్పడ్డాయి అట్టి నదుల లోయలు మెత్తని అల్పప్రతిరోధక శిలల వెంబడి ఉంటాయి. అంటే అటువంటి నదీశయ్యలు శిలాసంరచనలమీద ఆధారపడి ఉంటాయన్నమాట. సహజస్థలాకృతికి సంబంధంలేకుండా ఏర్పడ్డ అటువంటి నదులను “సబ్సీక్వెంట్ నదులు” (subsequent streams) అంటారు.

తరుచుగా ఇవి కాన్సీక్వెంట్ నదులకు ఉపనదులుగా ఉంటాయి. సాధారణంగా సబ్సీక్వెంట్ ఉపనదులు కాన్సీక్వెంటు మహానదులకు లంబదిశలో ఏర్పడుతాయి. దీనికి కారణం కాన్సీక్వెంట్ నదులు నతి (dip) కి సమాంతరంగానూ, సబ్సీక్వెంటు నదులు అనులంబదిశ (strike) కు సమాంతరంగానూ ఉండడమే. ఈ సమకోణీయ నదీశయ్యావ్యవస్థను “ట్రెల్లిస్ డ్రెయినేజ్” (Trellis Drainage) అంటారు.

శిలాసంరచనాసమంజినం (adjustment to rock structure) వల్ల కొన్ని పరిస్థితులలో అబ్సీక్వెంట్ (obsequent) నదులు ఏర్పడుతాయి. కాన్సీక్వెంట్, సబ్సీక్వెంటు నదుల లోయలు తయారైన తరువాత సబ్సీక్వెంటు నదులకు సమకోణంలో అబ్సీక్వెంటు నదులు ఏర్పడి, మొట్టమొదటి కాన్సీక్వెంటు నదీ ప్రవాహాదిశకు వ్యతిరేక దిశలో ప్రవహిస్తాయి. భూతలాపరదనంవల్ల పరిఖాలంబములు ఏర్పడే వాలుస్తరములుగల ప్రదేశాలలో అట్టి అబ్సీక్వెంటు నదులు తనిపిస్తాయి. అట్టి పరిఖాలంబములమీద అబ్సీక్వెంట్ ఉపనదులు తయారవుతాయి.

చదునైన అనసాదీయ శిలలమీదగానీ, మృదుమైన సంరచనావ్యవస్థలమీద గ్రేనైటువంటి శిలాద్రవ్యములమీదగానీ లోయలను ఏర్పరచే నదులను

“ఇన్ సెక్వెంట్” (insequent) నదులు అంటారు. చెట్టు ఆకారంలో ఉండే వీటి ద్రెయినేజీని “డెండ్రెటిక్ ద్రెయినేజీ” (వృక్షాంశప్రవాహము) అంటారు.

హిమాలయాలలో కనిపించే అత్యపూర్వమైన ద్రెయినేజీ నమూనా ఒకదానిని గురించి ఇక్కడ వివరించడం అవసరం. ఖాట్మండు (ఇది నేపాల్ కి రాజధాని) లోయమొక్క నేల ద్రోణివంటి పల్లంలో డెల్టాయిక్ సరోవసాదములచే ఏర్పడింది. ఈ పల్లం వాని పట్టణంవైపుగా ఉంది. ఈ ద్రోణి దక్షిణాన మహాభారతపర్వత శ్రేణిచేతనూ, మిగిలినవైపులమధ్య హిమాలయప్రక్షేపముల (spurs) చేతనూ పరివేష్టితమై ఉంది ఈ ద్రోణినుంచి బయటికి రావడానికి బాగ్మతీనదికి ఒకే ఒక బహిర్ద్వారం (exit) ఉంది అదే మహాభారతశ్రేణిలోని గోర్జి (సన్ననిదారి). ఉపరిబాగ్మతీనదీ. దాని ఉపనదులూ అభికేంద్రక అప్రవాహము (centripetal drainage) కి చక్కని ఉదాహరణ. ఈ దారివెంట బాగ్మతీనది దక్షిణంగా గంగాఖిముఖంగానూ, నాఖూ ఖోలా కి 1.5 కి. మీ. దూరంలో దక్షిణాఖిముఖంగానూ ప్రవహిస్తోంది.

నదులు లోయలను కోయడం మొదలుపెట్టిన తరువాత చాలా మార్పులు జరిగే అవకాశం ఉంది. అవి మరొకనదితో కలియవచ్చు. హిమనదులు, లావాస్తరములు, భూస్థలనములు ఆ నదీలోయలకు అడ్డుపడి సరస్సులు ఏర్పరచవచ్చు, లేదా దాని ప్రవాహానికి మార్చివేయవచ్చు. దాని జలఉత్పత్తిస్థానం వాతావరణపు మార్పుల వల్లగానీ, భూస్థలపుకదలికలవల్లగానీ ఇంకిపోవచ్చు. వరదలవల్ల ప్రవాహశయ్య మారిపోవచ్చు.

ఒక్కొక్క ప్రదేశపు అపరదనచరిత్రలో కొన్నినదులు ఇతరనదులచేత కబళింపబడుతాయి. ఈ ప్రక్రియను “నదీఅపహరణము” (stream capture or stream piracy) అంటారు. ఇది కొన్ని ప్రత్యేకపరిస్థితులలో జరుగుతుంది కోసివేత ఎక్కువగాగల నది దొలుచుకుంటూ వెళ్ళి, అపరదనపరిస్థితులు అనుకూలంగాలేని మరొకనదిని తాకితే ఆ రెండవనదిలోని నీరు పూర్తిగాగానీ, కొంతవరకూగానీ మొదటినదిలోనికి మళ్లుతుంది. శిలావలనములు కలిగిన ప్రదేశాలలో నదీఅపహరణం అధికంగా జరుగుతుంది. వరదమైదానాలలో విస్తృతంగా ఒకనది మెలికలుతిరిగి నప్పుడు, ప్రక్కకోతలవల్లనూ, మెలికలు బండించుకోవడంవల్లనూ నదీఅపహరణం

జరుగుతుంది. నదికి పైభాగంలో అపహరణం జరిగితే ఆ నదికి శిరఃఖండనం (beheaded) జరిగింది అంటారు. శిరఃఖండితమైన నదిని “అపహృతము” (musfit) అంటారు. ఇందులో ఒహస్వల్పంగా ప్రవహించే నీటికి, ఆ నీరు ప్రవహించే లోయకి ఎక్కడా పోలిక లేకపోవడంచేత దీనికి “మిస్మిట్” అనే పేరు వచ్చింది. దరీముఖంలో నిర్జలప్రదేశాన్ని “వాతావకాశం” (wind gap) అంటారు.

మైసూరురాష్ట్రంలోని షారావతీనదికి సంబంధించిన జోగ్ జలపాతం 250 మీ. ఎత్తున ఉంది. నదీఅపహరణంవల్లనే ఈ నీరు లభ్యం అవుతోంది. పడమటి కనుమల పడమటివాలులో పుట్టి అరేబియాసముద్రంలో పడుతున్న వేగవంతమైన ఒకానొక కాన్సేక్వెంటు నది ముందుకు వేగంగా కోసుకుంటూవెళ్ళి, తూర్పుగా ప్రవహించి తుంగభద్రలో కలుస్తున్న మైసూరు పీఠభూమిలోని క్రమిక పరిపక్వ అపవాహమును కబళించింది. 25 కి.మీ. పొడవున్న నిట్రమైన గోర్తిముఖందగ్గర జోగ్ జలపాతం ఉన్నది. ఈ గోర్తికి ఇరువక్కలా ప్రవాహపులోయలు ఉన్నాయి. వీటినుంచి ఉపనదులువచ్చి, చిన్నచిన్న జలపాతములుగా షారావతీ నదిలో పడు తున్నాయి.

హిమాలయాలలోని నదులు చాలాభాగం నదీఅపహరణానికి ఉదాహరణలు. ముఖ్యమైన అనుప్రస్థ (transverse) నదులు వేగంగా విదరకు కోసుకుంటూ వెళ్ళడంగానీ, హిమాలయాల ఉత్తరదిశలో టిబెట్టు డ్రెయినేజీ వ్యవస్థకు సంబంధించిన ద్వితీయక పార్శ్వక నదులను వరుసగా శిరఃఖండనంచేయడంగానీ దీనికి కారణం. భాగీరథి, తదితర గంగ ఉపనదులు, కాశ్మీరంలోని సింధునది, ఎవరెస్టు ప్రాంతపు అరుణనది నద్యపహరణానికి చక్కని ఉదాహరణలు.

వేగంగా కోయడంవల్లనూ, ఎదురెదురు చరియలమీది పార్శ్వకనదులను అపహరించడంవల్లనూ ప్రపాతపు లోయలు ఏర్పడుతాయి ఇక్కడ వక్కలోయలు గానీ, ఉపనదులుగానీ ప్రధాన నదికి వందలకొద్దీ మీటర్ల ఎత్తున ఉండి, అందులోకి ప్రవహిస్తూ ఉంటాయి. సిక్కిమ్లోని తీస్తానదికి పూర్వం ఉపనదిగా ఉండిన ఒక ఏరు దీనికి చక్కని ఉదాహరణ. 700 మీటర్ల దిగువను ప్రవహిస్తున్న రథోంగ్ ఛూ నదిలోకి నిట్రమైన సోపానక్రమం (cascade) లో ఈ ఏరు ప్రవహిస్తోంది.

ఒక్కొక్కప్పుడు శయ్య బాగా స్థిరపడ్డాక భూకంపాలవల్లనూ, అగ్నేయశిలా అంతస్సౌరవ బహిస్సౌరవములవల్లనూ శయ్య మారడం కద్దు. వివరినశక్తులను కూడా ఎదుర్కొని శయ్య మారకుండా స్థిరంగాఉంటే ఆ నదిని “పూర్వవర్తినది” (antecedent river) అంటారు. నేల వాలుగాఉన్న దిశలో ఎక్కువభేదంలేకుండా ఆ ప్రదేశం లేవనెత్తబడితే ఇటువంటి పూర్వవర్తినదులు ఏర్పడతాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు అడ్డుగోడ, లేదా ఒక పర్వతపంక్తి పైకిలేస్తున్నప్పటికీ సదిశయ్యను మార్చకుండా ఉండగలగడం బహుచిత్రమైనది.

హిమాలయప్రాంతంలో అద్భుతమైన పూర్వవర్తినదులు కనిపిస్తాయి. ఉదాహరణకి సింధునది, దాని ఉపనది అయిన సట్లెజ్. బ్రహ్మపుత్ర ఇటువంటి నదులు టిబెట్లో ఆత్యున్నతశిఖరాలకు బాగా ఉత్తరాన ఉద్భవించిన కారణంచేత ఈ నదులు హిమాలయశ్రేణి పుట్టుకపూర్వంనుంచి ఉన్నాయని చెప్పవచ్చు. కాశ్మీరాన్ని దాటిన తరువాత వంగపర్వతందగ్గర (8737 మీ.) సింధునది డెల్టాకు సుమారు 1000 మీ. ఎత్తున ఉంది. దీని పక్కగోడలు రెండువైపులా బహు చిత్రంగా మెట్లుమెట్లుగా 8800 మీ పైకి లేచిఉన్నాయి అంటే పైకి పెరుగుతున్న పర్వతశ్రేణివేగంతో సరిసమానంగా ఈ నది 8800 మీ లోతుకి రాతిని కోనేసింది అన్నమాట. సింధు సట్లెజ్ నదులు వాయవ్యంగానూ, బ్రహ్మపుత్ర తూర్పుగానూ చాలాదూరాలు ప్రవహించి, చటుక్కున ప్రవాహాదిశ పర్వతావరోధముల వైపు మళ్ళి, V-ఆకారపు లోయలకింద కోయబడిన బ్రహ్మాండమైన గోర్ఖిలలోకి ప్రవహిస్తున్నాయి.

దక్షిణ భారతదేశంలోని కావేరి పూర్వవర్తినది ఇది పడమటి కనుమలలో పడమటి అంచున - అరేబియాసముద్రానికి కనుమపుదురంలో పుట్టి, ఆ సముద్రంలోవెళ్ళి పడకుండా, ప్రధానపర్వతశ్రేణిని ఖండించి, మైసూరు పీఠభూమి గుండా ప్రవహిస్తోంది. ఈ ప్రాంతంలో విచాలమైన విసర్పణములు (meanders), ఉచ్చరికములు (rapids), జలపాతములు వగైరా పునర్నవీకరణ (rejuvenation) లక్షణాలు కనిపిస్తాయి. కావేరికి సింష, అర్కావతి అనే ఉపనదులు ఉన్నాయి. అభిశీర్ష అపరదనం (headward erosion) వల్ల వీటికి ప్రపాతపులోయలు, జలపాతాలూ ఏర్పడ్డాయి. ఈ రెండు నదులలోనూకూడా అపయానం (recession) 7 కి.మీ. దాకా ఉంది



మొట్టమొదట్లో నదులు ఒక ప్రత్యేకసంయోజనము, సంరచనము కలిగిన శిలలలో లోయలను కోస్తాయి. తరువాత అపరదనప్రక్రియ కొనసాగి, అడుగున ఉన్న మౌలికశిలలను కోయడం ప్రారంభిస్తాయి. పైన ఉన్న శిలలు లావాపలకలు గానీ, హిమనదీనిక్షేపాలుగానీ, సరోవిక్షేపాలుగానీ, అవసాదీయ స్తరములుగానీ అయిఉండవచ్చు, తదుపరి శిలలకు అడుగున కప్పబడిపోయిన పురాతన భూద్రవ్యం విశిష్టమైన స్థలాకృతిని, శిలాలక్షణాన్ని, సంరచనమునూ కలిగిఉండవచ్చు. పైన ఏర్పడిన కొత్తరచనకీ, అడుగునఉన్న పాతరచనకీ చాలా వ్యత్యాసం ఉండవచ్చు. ఉదాహరణకి, నున్నని ఉపరితలం కలిగిన క్షితిజ స్తరశ్రేణులు ఎత్తుపల్లాలుగాఉన్న ఆగ్నేయశిలలమీదగానీ, ముడతలుపడి వంగిన కాయాంతరితశిలలమీదగానీ ఏర్పడి ఉండవచ్చు. అఖరికి పైనున్న రాతిపొరలు అరిగిపోయాక, తీవ్రంగా ముడతలు పడిన అపనతీభిరములమీదగానీ, పార్శ్వములమీదగానీ, అడ్డంగా విస్తరించిన కఠినశిలలమీదగానీ ప్రవహిస్తూ ఉండవచ్చు సాధారణపరిస్థితులలో అయితే ఈ ప్రదేశాలనుంచి నది వైదొలగిపోతుంది. పైనున్న పొరలమీదుగా ప్రవహిస్తున్న నది కోసుకుంటూ లోతుకువెళ్ళి, అట్టడుగు శిలాతలంమీదకూడా తనశయ్యను మార్చుకుంటూ ప్రవహించినట్లైతే దానిని “అధ్యారోపితనది” (*superimposed stream*) అంటారు. ఇటువంటి నదుల విషయంలో అవి మొదట ప్రవహించిన ప్రదేశంలో పైనున్న శిలలనుబట్టి వాటి శయ్యలు నిర్దిష్టములవుతాయి. సాధారణంగా ఇట్టి అధ్యారోపిత నదీశయ్యలు అట్టడుగునఉన్న శిలారచనలతో సంబంధం లేనివిగా ఉంటాయి.

మధ్యప్రదేశ్ లోని సాగర్ పరిసరప్రాంతపు నదులు అధ్యారోపితమైన డ్రెయి నేజికి ఉదాహరణలు. ఈ ప్రదేశంలో అడుగున వింధ్యపర్వతరచనలూ, వాటిమీద దక్కన్ బ్రాప్ శిలాతలము ఉన్నాయి. తరువాత అపరదనంవల్ల బ్రాప్ లో చాలా భాగం కోసుకుపోయి, క్షితిజసమాంతరమైన వింధ్యపర్వత స్తరములనుంచి చెక్కబడిన కొండలు, లోయలు బయటపడ్డాయి లావా పీఠభూమిలో మొట్టమొదట ఉద్భవించిన నదులు తాము ప్రవహించినదారిలో దక్కన్ బ్రాపుని కోయసాగేయి. చివరత్తరమైన నదులు మరింత లోతుగా కోపి, వింధ్యపర్వతాలలో గోర్ఖిలను ఏర్పరచాయి. మొట్టమొదట దక్కన్ బ్రాప్ పీఠభూమిమీద పుట్టిన ప్రస్తుతపు



చిత్రపటము 6—హిమాలయాలలో అభినతిలోనికి వళివమైన చుర్చులిలా స్తరములచే నిర్మితమైన కొండ  
(89.వ పేజీ చూడు)



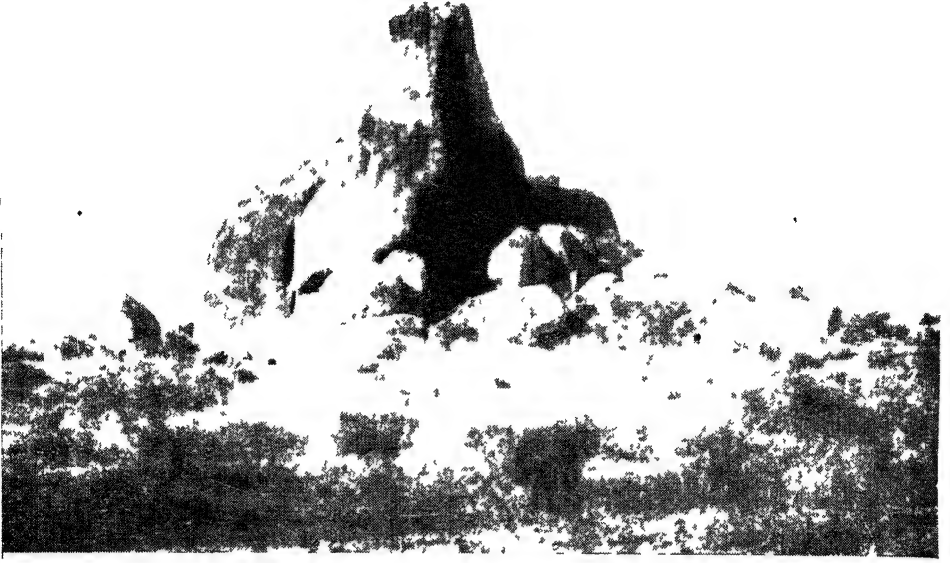
చిత్రపటము 7—హిమాలయాలలోని క్రోతేశ్వరమునందలి అమితవలనము (70-వ పేజీ చూడు)

చిత్రపటము 8—మైసూరురాష్ట్రములోని గ్రెనైటులోని నంధులు (70-వ పేజీ చూడు) (ఫోటో. సి. ఎస్. వివస్వముత్తు)



చిత్రపటము ౪—విషమవిన్యాసం గీచుముక్క అవరదిత అనియమిత ఉపరితలముమీద నిక్షిప్తమైన  
చుర్రళిలా స్తరము (74-వ పేజీ చూడ) (ఫొటో సి. ఎస్. సిద్ధముత్తు)





చిత్రపటము 10—రాజస్థాన్‌లో గ్రేనైటు శిలనిర్మితమైన నిట్రపుపార్శ్వములుగల వృత్తస్కందము  
(88 వ పేజీ చూడు)

చిత్రపటము 11—హిమాలయాలలో నిట్రమైన పార్శ్వములుకలిగి, అడుగున నది ప్రవహిస్తున్న సన్నని గోర్ఖి  
(108 వ పేజీ చూడు) (ఫొటో ఎన్ సి ఆవస్తి)



ద్రెయినేజి, అపరదనంవల్ల ట్రాప్‌లెలు తొలగిపోగా అడుగునఉన్న వింధ్యాచలం మీద ఆధ్యారోపితమై, వింధ్యరచనతో సంబంధంలేకుండా ఉంది.

### లోయలు ఏర్పడుట లేదా అభివృద్ధి

వర్షపునీరు మంచుకరగగా వచ్చిన నీరు గుంటలలోకివచ్చిచేరి నిలిచి, మిగిలి నది వాగులద్వారా ప్రవహించడం మొదలుపెడుతుంది. ఈ చిన్నవాగులు గల్లీలను (gullies) కోస్తాయి క్రమంగా ఇవి మరింత లోతుగా, పొడవుగా, వెడల్పుగా ఏర్పడి లోయలుగా మారుతాయి. మొట్టమొదటిస్రవేశీపు వాలునుబట్టి, వర్షపాతాన్ని బట్టి, అపరదనప్రతిరోధకత్వంలో వైవిధ్యంగల శిలాసంరచనలనుబట్టి లోయల ఏర్పాటు విరివిష్టమవుతుంది.

ప్రవాహపు అపరదనక్రియవల్ల ఆ నది ప్రవహించే లోయ లావుగా అవుతుంది. ప్రవాహవేగం తగ్గడంచేత క్రమక్రమంగా లోయను లోతుచేసే శక్తి నడికి తగ్గుతుంది అంటే ఒకస్థితికి వచ్చాక నది ఇకపైన కోయడం మానివేస్తుంది. తోయలో నది కోయగలిగిన అట్టడుగు “పట్టము”న చరమస్తరం అంటారు. నది ద్రతలాన్ని భూమిఅడుగున కాల్యవికంగా పొడిగిస్తే (imaginary extension) వచ్చేదే చరమస్తరం. భారతీయ ద్వీపకల్పంలోని నదులన్నీ ఇంచుమించు చరమస్తరంవరకూ తమశయ్యలను కోసివేశాయి.

గల్లీలో చివరకు ప్రవహించిన నీరు మళ్ళీ వెనుకను కోయడం సాగిస్తుంది. ఈ విధమైన అభిశీర్ష అపరదనం (head-ward erosion) వల్ల లోయ పొడవు పెరుగుతుంది. ద్రెయినేజిలో శాశ్వతమైన విభజన జరిగినప్పుడు లోయయొక్క దీర్ఘీకరణం ఆగిపోతుంది.

కేవలం నదియొక్క కోతవల్లనే ఏర్పడిన లోయ వెడల్పు నది వెడల్పుకి సరి సమానంగా ఉంటుంది. దీనివల్ల నిట్రమైన గోడలుగల గోర్తి ఏర్పడుతుంది. నముద్రతలంకిన్న పైకి లేవనెత్తబడిన పీఠభూములలోనూ, పర్వతప్రదేశాలలోనూ అట్టి లోతైన గోర్తిలు కనబడుతాయి. అక్కడ రసాయన ప్రతిరోధక కరివశిలలు నదులచేత కోయబడుతాయి కాని, సాధారణంగా లోయలు అందులో ప్రవహించే నదులకన్న వెడల్పుగా ఉంటాయి. దీనినిబట్టి పూర్వకాలంలో ఆ నది ఇప్పటికన్న

వెడల్పుగా ఉండేదని ఈహించకూడదు. లోయ విశాలంగా అవడానికి అనేక కారణాలు ఉండవచ్చు. వదులు వదులుగా ఉన్న అపక్షయద్రవ్యములు వానవల్ల పార్శ్వములనుంచి లోయలోకి కొట్టుకుపోవచ్చు. దరిపార్శ్వములు మరీ నిటంగా ఉంటే ఘాస్థలనములు తరుచు సంభవిస్తాయి. శయ్యలోపడిన ద్రవ్యం నదీప్రవాహంలో కొట్టుకుపోతుంది లోయప్రక్కలు క్రమంగా మరింత విశాలం అవుతాయి. పైగా, నదులు ఋజురేఖలలో ప్రవహించవు మెలికలుతిరిగినప్పుడు ప్రవాహం ఒకగట్టును అధికతరవేగంతో ఢీ కొంటుంది. వంపులకు బయటివైపు ఒడ్డులను కోసివేయడంవల్ల దరితలం వెడల్పు అవుతుంది ఈ విధంగా పార్శ్వక ఆవరదనానికి, తత్కారణంగా లోయ వెడల్పు అవడానికి నది ఒక కారణం. ఈ ప్రక్రియ కొనసాగి మెలికలు చాలా ఏర్పడుతాయి. వీటిని “మెర్జర్లు” (meanders) అంటారు. సాపేక్షంగా వేగం తగ్గి, లోయగర్భిణ శక్తి తగ్గిన నదులకు క్రమిక ప్రదేశాల (graded places) లో ఈ మెలికలు సాధారణంగా ఉంటాయి వినర్పణములు క్రమంగా నన్నని కుత్తుకలు కలిగిన “లూపు”ల శ్రేణులుగా (series of loops) ఏర్పడుతాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు ఈ కుత్తుకలు తెగి, వినర్పణములలో కొంతభాగం ఆక్స్-బౌ-లెక్స్ (oxbow lake) గా నిడిపోతుంది.

లోయలకు సాధారణంగా “ఉపలోయలు” ఉంటాయి. ఈ ఉపలోయలు అనేక చిన్నచిన్న లఘులోయలుగా విడిపోతాయి ప్రధానలోయనూ, దాని ఉపలోయలనూ కలిపి “దరీవ్యవస్థ” (valley system) అంటారు అల్లాగే ప్రధాననది, దాని ఉపనదులూ కలిపి “నదీవ్యవస్థ” (river system) ఏర్పడుతుంది. ఈ నదీవ్యవస్థకు పీఠ, శిలాద్రవ్యమూ లభ్యమయ్యే యావత్తు ప్రదేశాన్నీ దాని డ్రైనేజీ బేసిన్ (drainage basin) అంటారు

సాధారణంగా ఒక ఉపలోయ (లేదా ఒక ఉపనది) ప్రధానలోయ (లేదా ప్రధాననది) ఉన్నంత ఎత్తులోనే ఉంటుంది అటువంటి నదులను, లోయలనూ “అకార్డంట్” (accolant) నదులు, లోయలు అంటారు ఈ విధంగా ఉండడానికి కారణం ఏమంటే, ప్రధాననదిమట్టము తగ్గితే ఉపనది వాలు పెరిగి, వేగం అధికమై, ఉపలోయను అధికంగాకోసి ప్రధాననదిమట్టంతో సమానంచేస్తుంది ఉపనది ఎత్తునుంచి పల్లంలోఉన్న ప్రధానలోయను చేరుకుంటే దానిని “డిస్కార్డంట్”

(discordant) అంటారు. హిమనదీ అపరదనంవల్లగానీ, ఇతర కారణాలవల్లగానీ ప్రధానలోయ ప్రక్కలు నిట్రంగా ఏర్పడితే ఈ విధంగా జరుగుతుంది.

లోయలు కొన్ని ప్రత్యేకమైన దశలవారీగా ఏర్పడుతాయి ఆ దశలకు కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలు ఉంటాయి. వాటి జీవితచక్రంలో బాల్య, యౌవన, వార్ధక్య దశలు ఉంటాయి. బాల్యదశలో ఉన్న లోయ సన్నంగా, నిట్రమైన ప్రక్కలతో, స్వల్పసంఖ్యలో ఉపలోయలు కలిగిఉంటుంది. వాటి అడ్డకో (cross section) V-ఆకారంలో ఉంటుంది. నదీవేగం అధికంగా ఉంటుంది. యౌవనదశలో ఉన్న లోయ అంతకన్న వెడల్పుగానూ, ప్రక్కలు అంశకన్న తక్కువ నిట్రంగానూ, లోతు ఇంకా ఎక్కువగానూ ఉంటుంది దీనికి ఉపనదులు పెద్దవిగానూ, అధికసంఖ్యలోనూ ఉంటాయి వార్ధక్యదశలో ఉన్న లోయకి ప్రక్కలు వాలుగా ఉంటాయి యౌవనదశలోకన్న తక్కువసంఖ్యలో ఉపలోయలు ఉంటాయి. లోతు తక్కువగా, వెడల్పు ఎక్కువగా ఉంటుంది ఇంటుమించు సమతలంగా ఉండే వరదమైదానంలో నది వంపులుతిరుగుతూ విసర్పణములను ఎర్పరుస్తుంది.

### నదియొక్క ప్రొఫైలు

నదీముఖంనుంచి ఉత్పత్తిస్థానంవరకూ నదిమీది ఎత్తుప్రదేశాలనన్నింటినీ కలిపే రేఖని ఆ నదియొక్క "ప్రొఫైలు" (profile) అంటారు ఈ ప్రొఫైల్ సముద్రతలందగ్గర బయలుదేరి పైకి లేస్తుంది యౌవనంలోఉన్న నదియొక్క ప్రొఫైలు క్రమవిహీనంగా ఉంటుంది దాని కారణం మొట్టమొదటి ప్రదేశం ఎత్తు పల్లాలుగా ఉండడమే. భూ చలనములుగానీ, శీతోష్ణస్థితులలో మార్పులుగానీ, సముద్ర తలంలో మార్పులుగానీ లేకపోతే కాలం గడిచినకొద్దీ నది ప్రొఫైలు నున్నని వక్ర రేఖగా ఉంటుంది ఈ రేఖయొక్క అవతలం (concave surface) ఆకాశంవైపు తిరిగిఉంటుంది. ముఖందగ్గర బల్లపరుపుగానూ, ఉత్పత్తిస్థానందగ్గర నిట్రంగానూ ఉంటుంది. అటువంటి 'ప్రొఫైలు' కలిగిన నదిని క్రమిక నది అంటారు.

### అపరదన చక్రం

క్రొత్తభూభాగాన్ని చరమ స్తరంవరకూ అరుగదీసివేయడానికి నదికి పట్టే కాలాన్ని అపరదనచక్రం (cycle of erosion) అంటారు అపరదనచక్రపు వేరువేరు



స్థితులలో అభివృద్ధిఅయిన స్థలాకృతిని “భూ ఆకృతి చక్రం” (*geomorphic cycle*) అంటారు.

నదులు, వాటి ఉపనదులు కలిసి శ్రేణునేటి వ్యవస్థ లేదా నదీవ్యవస్థ అనబడుతుంది. ఇదివరలో బాల్య యౌవన వార్ధక్యదశలు నదుల విషయంలో వివరించాం. ఇట్టి దశలనే స్థలాకృతీపరిణామవిషయంలో కూడా ఉపయోగిస్తారు. స్థలాకృతి మొట్టమొదట బాల్యవస్థలోనూ (*infancy*), తరువాత యౌవనావస్థలోనూ (*youthful*), ఆ తరువాత కౌమారావస్థ (*maturity*) లోనూ, హెచ్చుతగ్గులు తగ్గి చరమ స్థరం చేరుకుంటున్నప్పుడు వార్ధక్యదశ (*old age*) లోనూ స్థలాకృతి ఉన్నదనవచ్చు.

బాల్యవస్థ - అపరదనచక్రంలో ఇది మొట్టమొదటి ఆవస్థ కొద్ది వాగులు లేదా నదులు మాత్రమే ఏర్పడుతాయి. ఆదిలోగల నేలవాలునుబట్టి పల్లంలోకి ప్రవహిస్తాయి. ఇవి ముఖ్యంగా కాన్సీక్వెంటు నదులు ఉపనదుల సంఖ్య స్వల్పంగా ఉండడం వీటి లక్షణం బాల్యవస్థలో నదీ-అపరదనం తక్కువగానూ, ఫలశాపరదనం అత్యధికంగానూ ఉంటుంది.

యౌవనదశ ఎక్కువ వాలుగా, నిట్రమైన ప్రక్కలు గలిగిన కేన్యానులలో (*canyons*), గోర్జిలలో, V - ఆకృతికిల లోయలలో ప్రవహించే నదుల సంఖ్య బహుస్వల్పం. ఉచ్చలికములు, జలపాతములు అధికంగా ఉంటాయి. సరస్సులు, చిత్తడినేలలూకూడా ఎక్కువే నదులు ముఖ్యంగా తమ లోయలను మరింత లోతుగా చేస్తాయి. ఈ ఆవస్థలో లోయల తలమునా, చుట్టుపక్కల ప్రదేశాలూ చరమ స్థరానికి బాగా పైన ఉంటాయి.

కేన్యానులు, గోర్జిలు అనేవి చరియలు నిట్రంగాఉన్న లోయలకు పేర్లు (11 వ చిత్రపటము). అమెరికాలోని కొలరాడోలోగల కేన్యానులు జగత్ప్రసిద్ధమైనవి. అవక్షయ ప్రక్రియచరియలను నునుపుచేయడంకన్న అధికవేగంతో నదులు క్రిందికి కోసివేయడంవలన కేన్యానులు ఏర్పడుతాయి సాధారణంగా రసాయనావరదన ప్రతిరోధకమైన క్వార్ట్జైటువంటి శిలలచే కేన్యానుల గోడలు నిర్మితమై ఉంటాయి. భ్రంశములు, సంధులు నదుల కోతకు సహకరించి, గోడలను

నిట్రంగా ఉండేటట్లు చేస్తాయి. జలపాతం త్వరితంగా వెనుక తగ్గడంవల్ల గోర్జి ఏర్పడుతుంది. పడమటి కనుమల అంచున మహాబలేశ్వరానికి ఈశాన్యంగా కృష్ణానదీముఖందగ్గర చాలా చక్కని కేన్యానులు ఉన్నాయి ఇక్కడి శిలలు ఇంచుమించు క్షితిజసమాంతరంగా ఉన్న దక్కన్ ట్రాప్ బసాల్టిక్ లావా స్తరములు. ఇవి సుమారు 700 మీ. లోతుకి నిట్రంగా కోయబడ్డాయి.

హిందూకుష్ పర్వతాలలో ఓక్సస్ కి ఉపనదివల్ల సుమారు 2 కి. మీ పొడవున బహునిట్రమైన గోర్జి ఒకటి కోయబడింది. నది పైభాగంలో అపరదనక్రియ ఎంత తీవ్రంగా ఉంటుందో ఈ విషయం నిరూపిస్తుంది

జలపాతాలూ, ఉచ్చలికములూ పీఠభూములలోనూ, పర్వతప్రాంతాలలోనూ సాధారణంగా కనిపిస్తాయి లోయను లోతుచేస్తున్న నదికి ఆడ్డుగా ప్రతిరోధకశిల గానీ, క్రొంచరిఖాలంబంగానీ వస్తే ఏర్పడే నిట్రమైన భృగువు (క్లిఫ్) మీదుగా ఆ నది ప్రవహించినప్పుడు జలపాతం ఏర్పడుతుంది (12 వ చిత్రపటం) ప్రపాతపురోయలవల్ల కూడా జలపాతాలు ఏర్పడతాయి లావా స్తరములవల్ల ఏర్పడ్డ పీఠభూమిని కోసుకుంటూ నది ప్రవహిస్తే కూడా జలపాతాలు ఏర్పడుతాయి. జలపాతాలు ఎత్తులోనూ, ఆకారంలోనూ, జలఆయతనంలోనూ భేదాలు కలిగి ఉంటాయి. బలహీనమైన స్తరములమీద కరినశిలా స్తరము క్షితిజసమాంతరంగా గానీ, కొంచెం వాలుగాగానీ ఉంటే మెత్తని స్తరములయొక్క నిఘర్షణ (scouring) వల్ల క్రుంగడం, ఉపయానము సిద్ధిస్తాయి.

వాలు ఎక్కువగా ఉన్న నదులమీద జలపాతముల అపయానం (recession) వల్ల తరుచుగా ఉచ్చలికములు ఏర్పడుతాయి కరినత్వంలో భేదములు కలిగిన రాళ్ళను ప్రవాహములు అపరదనం చేయడంవల్ల కూడా ఇవి ఏర్పడుతాయి

పరిపక్వ స్థలాకృతి (mature topography) : పరిపక్వమైన స్థలాకృతిలో డ్రైయినేజి చక్కగా అభివృద్ధి అయిఉంటుంది. స్థిరీకృతమైన ఉపనదులు కలిగిన నదులు అధికంగా ఉంటాయి. ప్రముఖమైన నదులు తమ తమ లోయలను చరమ స్థరంవరకూ కోసిఉంటాయి. సరస్సులు, జలపాతములు, ఉచ్చలికములు స్వల్పంగా ఉంటాయి కొండలు, రిడ్జిలు ఎత్తు తక్కువగానూ, వాలు తక్కువ

గానూ ఉంటాయి ఉచ్చిత్రపుమోటుదనం (roughness of relief) మొత్తం చక్రం అంతటికీ నూ అర్థానికి ఉంటుంది.

గ్రెనైటులు, గ్రానైటులవంటి సమజాతీయశిలలలోగానీ, క్షైతిజ స్తరములుగా ఉన్న అవసాదీయశిలలలోగానీ ఏర్పడ్డ పరిపక్వస్థలాకృతిని అక్కడి కొండలయొక్క, లోయలయొక్క నున్నని సంపులవల్ల గుర్తించవచ్చు. శిలాసంయోజనంలో ఏకసంయోజనంవల్లనూ, ప్రస్తుతమైన సురభివృద్ధి కలిగివున్న లోయలవల్లనూ సృష్టించిన డ్రెయినేజ్ పేటర్న్స్ అభివృద్ధి అవుతుంది. ఏకసమంగానూ పేం గానూ సమజాతీయశిలలను అవరదనించే డ్రెయినేజ్ పేటర్న్స్ ఇది.

నశితశిలలమీద అభివృద్ధిచెందిన పరిపక్వస్థలాకృతిలో డ్రెయినేజ్ పేటర్న్స్ సమకాలీనంగా ఉంటుంది. దీనికి కారణం ఉపనదులు పెద్దనదిని సమకాలంలో కలియడమే ఉపనదులలో కలిసే ఉపనదులకూడా సమకాలంగానే వచ్చిచేడతాయి. వీటివల్ల 'టెల్లిస్ డ్రెయినేజ్ పేటర్న్స్' ఏర్పడుతుంది. ముఖతమస్థ పర్వత ప్రాంతాలలోనూ, అధిక మైదానాలలోనూ, పీఠభూములలోనూ కూడా అవసాదీయ శిలల హూళాపరదనంవల్ల సన్నగానూ, పొడిగ్గానూ ఉండే రిడ్జిలు ఏర్పడుతాయి. వీటిని "కుయెస్టాలు" (cuestas) అనిగానీ, "హాగ్ బేక్స్" (hogbacks) అనిగానీ అంటారు. అక్కడ సతిగల శిలలలో కుయెస్టాలు ఏర్పడుతాయి. వీటి అడ్డకోత అసౌష్ఠ్యం (unsymmetrical) గా ఉంటుంది. హాగ్ బేక్స్ ఎక్కువ సతిగల శిలల మీద ఏర్పడుతాయి. వీటి అడ్డకోత సౌష్ఠ్యంగా ఉంటుంది ఇంకొకటి పరిభా లంబములతో సమానమైన వాలుకలిగిన "డిప్ స్లోపు" గల రిడ్జిలుగా హాగ్ బేక్స్ ఏర్పడుతాయి. క్షైతిజ స్తరములలో కుయెస్టా "మీసా" (mesa అంటే బల్లి అని అర్థం) లా ఏర్పడుతుంది. శిఖరంమీద ప్రతిరోధక స్తరముకలిగి, చుట్టూ చరియలు నిట్రంగాఉన్న ఉచ్చసమభూమి (table land) ఇది (1 లీ వ చిత్రపటం). చరియలు అగిరిపోవడంవల్ల మీసా క్రమంగా చదునైన శిఖరంగల ఏకాంతమైన పర్వతంగా మారుతుంది. దీనిని "బుటే" (butte) అంటారు.

వృద్ధస్థలాకృతి (old topography): వృద్ధస్థలాకృతిలో ప్రముఖనదులన్నీ క్రమికములై, వరదమైదానాలలో వంకరటింకరగా నెమ్మదిగా ప్రవహిస్తాయి. వాటికి సంవహనక క్రితక్కువగా ఉంటుంది. నదులసంఖ్య తక్కువగా ఉంటుంది.

విశాలమైన లోతు తక్కువగానుండే లోయలలో ప్రవహిస్తాయి. విభాజకములు (dars 9 లోటగానూ, సన్నిహితులు ఉంటాయి ఒక్కొక్కప్పుడు పార్శ్వాలపర దిసలల్ల ఇవి పూర్తిగా తొలగింపబడుతాయి గోల్డ్ల, జలపాతాలూ ఉండవు. ఎద్దుపెడవట్టెడ (అక్స్ బో) U-లకారంలో సరిస్సులుంటాయి. అన్నుటస్తలా కృతి రాంచెం వాలులుగాగానీ, చదునుగాగానీ ఉంటుంది. వాలు నేలను చరమ స్తరంవరకూ అరుగదీసిఉంటాయి. అక్కడక్కడ అపరదనవశేషాలు స్వల్పంగా మిగిలిఉంటాయి.

సామాన్యమైన అపరదనచక్రంలో అఖరిమెట్టు ప్రాయవైదానం (అంటే ఇంచు మించు సమభూమి అని అర్థం). ఈ స్థితిలో “రిలీఫ్ (ఉన్నతి) చాలా తక్కువగా, ఇంచుమించు చరమస్తరంవరకూ అరిగిపోయిఉంటుంది. ప్రాయమైదానాలు, ఉండలములు అసాంతం చదునుగా ఉండవు. కొద్దిగా వాలుకలిగి, “మోనేడ్ నాక్”లు ఉండడే చిప్పచిన్ను కొండలను కలిగిఉంటాయి. అవి అపరదన అవశేషాలు. అవి ఇంచా నిలిచిఉండడానికి కారణం వాటి శిలలు చాలా గట్టిగా ఉండడమే ప్రాయమైదానాల తయారీలో మొట్టమొదట మెత్తనిరాళ్లు తొలగింప బడతాయి. ప్రతిరోధకశిలలు రిడ్డిలుగా, చిన్నకొండలుగా, దిబ్బలలా మిగిలి పోతాయి. అఖరికి అన్నిరకాల శిలలూ వాలుగా అరుగదీయబడతాయి.

అపరదనచక్రం అనే భావాన్నీ, దానిని బాల్య, యౌవన, వార్ధక్యదశలుగా విడదీయవచ్చుననే భావాన్నీ సుమారు 60 ఎళ్ళకు పూర్వం డబ్ల్యు. యమ్. డేవిస్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు భూఅకృతీ తత్వశాస్త్రంలో ప్రవేశపెట్టాడు. కొండచరియల వాలు తగ్గడమూ, దానితోబాటు విభాజకములు, పర్వతావశేషాలూ అరిగిపోవడమూ అనే భావాలు స్ఫురింపజేసే ప్రాయవైదానశబ్దాన్ని ఆయనే సృష్టించాడు. కొండచరియల వాలు తగ్గి తగ్గి ఆ శిలకు విశిష్టమైన ఒకానొక కోణంవరకూ వచ్చాక ఇంక వాలు తగ్గదనీ, వాలు తగ్గకుండానే సమాంతరంగా అరిగి వెనుకకు జరుగుతుందనీ 1924 లో పెన్క్ (Penck) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించాడు. ఈ అభిప్రాయం అల్పజలక, అర్ధమష్క (semi-arid) ప్రదేశాలలోనూ కొండల వాలుకి వర్తిస్తుందే కాని, తేమప్రదేశాలలోని మట్టికప్పిన కొండవాలులకి ఇది వర్తించదనీ తరువాత డేవిస్ నిర్ధారణచేశాడు. దీనినుంచే “అల్పజలక అపరదనచక్రం”

(cycle of arid erosion) అనే భావం ఉత్పన్నమైంది. దీనిప్రకారం అర్ధశుష్క ప్రదేశాలలో “పెడిమెంట్” (పెడిమెంట్) అనబడే వాలుప్రదేశం ప్రముఖమైన వాలులకు ఎదురుగా మిగిలిపోతుంది. దీనికి కారణం అవి సమాంతరంగా జరగడమే చుట్టుపక్కలనున్న పెడిమెంట్లు వివిధదశలనుంచి దగ్గర దగ్గరగా వచ్చి కలుసుకుని, పెడిమెంట్ (pediplain) ఏర్పడుతుంది.

అవరోధిత అపరదనచక్రం (Interrupted cycle of erosion) ప్రాయమైనా సంగా అంతమయ్యే సామాన్య అపరదనచక్రం ఇతర ప్రక్రియలవల్ల మధ్యలోనే అవరోధింపబడవచ్చు. నిజానికి పూర్తిఅయిన చక్రములకన్న అవరోధితచక్రములే అధికం అట్టి అవరోధానికి ఒక ముఖ్యకారణం పటలవిరూపణంవల్ల భూమి యొక్క మట్టము మారడం. నేలపైకి లేస్తే ప్రవాహవేగం పెరుగుతుంది. అట్టి నదులు లోయలను మరింత లోతుగా కోస్తాయి. ఈ విధంగా వికాలమైన పాత లోయలలో కొత్తలోయలు ఏర్పడుతాయి కొత్త అపరదనచక్రం మొదలు అవుతుంది. యౌవనదశ పునఃప్రారంభం కావడంచేత అటువంటి నదులనూ, అట్టి స్థలాకృతిని “పునర్నవీకృతములు” (regenerated) అంటారు. అట్టి పరిస్థితులలో చరమస్థరం దిగువకు జరుగుతుంది అపరదనంవల్ల జరుగవలసిన పని పెరుగుతుంది. నది కొత్త క్రియ పుంజుకొని, తన ప్రొఫైలును కొత్త చరమస్థరం వరకూ పునఃశ్రోణీకరణం (Regradation) చేస్తుంది ఈ ప్రక్రియలో కొత్త ప్రొఫైలుకీ, పాత ప్రొఫైలుకీ మధ్య వాలులో మార్పు వస్తుంది. ఈ రెండు ప్రొఫైలుల ఖండనబిందువును “నిక్-పాయింట్” (knick-point) అంటారు.

పంపులు తిరిగిన నది పునర్నవీకృతం అయినప్పుడు ఆ నది పాతలోయలోనే పంకర టింకర శయ్యను మార్చుకుందానే కొత్తలోయను కోస్తుంది. అట్టి చివరపు ఐములను “కృతచరమస్థరములు” (incised or entrenched meanders) అంటారు. ఏకసమంగా పైకిలేవడంవల్లగానీ, వాలువల్లగానీ, ఉత్సమావలనంవల్లగానీ, భ్రంశంవల్లగానీ పునర్నవీకరణం జరుగుతుంది. అంతకుముందే పరదమైదానాన్ని తయారుచేసుకున్న నది పునర్నవీకృతం అయితే ఆ నది తన పరదమైదానంలో క్రిందనున్న శిలలలోకి కోనేస్తుంది. ఈ కొత్తశయ్యకి ఇరుపక్కలా ఎత్తుగా చదునుగా పాతశయ్యవేదికలుగా మిగిలిపోతుంది. తరువాత కొత్తలోయ వికాలమై,



చిత్రపటము 12—మైసూరు రాష్ట్రం  
లోని షారావతి నది యొక్క షోగ  
జలపాతము. నిట్టనిలువు వక  
నము సుమారు 250 మీటర్లు  
జలవతనమైనచోట లోతైన  
సరస్సు ఏర్పడింది.

(109 వ పేజీ చూడ)  
(ప్రోటో సి. ఎస్. విచ్చమురు)

చిత్రపటము 13—మీసా చదునైన  
శిఖరం ఉండడం ఈ కొండ  
ప్రత్యేకత ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని  
మద్దనూరు

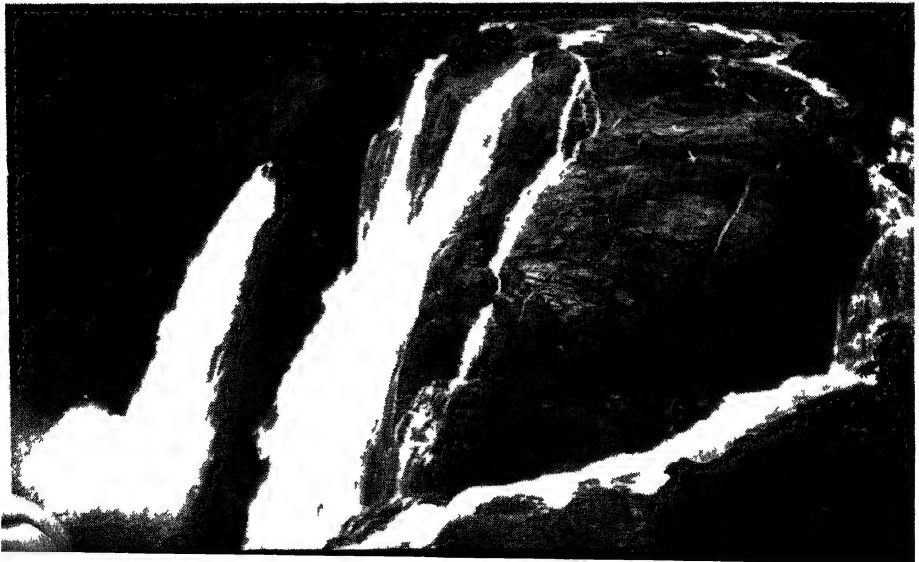
(110 వ పేజీ చూడ)  
(ప్రోటో ఆర్ వైద్యనాథన్)





చిత్రపటము 14—కాశ్మీరులో సిందునదీతటములమీదనున్న నదీవేదికలు. (118 వ పేజీ చూడు)

చిత్రపటము 15—మైసూరు రాష్ట్రంలోని శివనముద్రంవద్ద కావేరీ జలపాతం (సుమారు 100 మీ.)  
(119 వ పేజీ చూడు) (ఫోటో సి. ఎస్. విజయమూర్తి)



మొదటి వరదమైదానంలో కొత్తమైదానం ఏర్పడుతుంది. తరువాత మరోసారి పునర్నవీకరణం జరిగితే మరొకజత వేదికలు లోయ కిరుప్రక్కలా ఏర్పడుతాయి. ఒక్కొక్క నదీవేదికాశ్రేణి ఒక్కొక్క పునర్నవీకరణం జరిగినట్లు. లోయ లోతైనట్లు. తరువాత చరమ స్తరం పైకి పెరిగి లోయ వెడల్పు అయినట్లు తెలుపుతుంది (14 వ చిత్రపటం).

నేల క్రుంగడంవల్ల సామాన్యపరదనచక్రం అవరోధితమవుతుంది. అధః సమాపలనంవల్ల నదియొక్క అపరదనశక్తి తగ్గి, వృద్ధాప్యం త్వరగా సంక్రమిస్తుంది. తీరప్రాంతం క్రుంగినప్పుడు పోటునీటివల్ల దిగువనున్న లోయలూ, అక్కడి ప్రవాహాలూ వరదలో మునిగిపోతాయి. అవి “నిమజ్జితములు” (drowned) అయి అంటారు. ఈ విధంగా నిమజ్జితమైన లోయ “ఎస్చువరీ” (estuary) (సముద్రంలోకలిసే ప్రాంతం) అవుతుంది. ముఖ్యనదిలోపడే పూర్వపు ఉపనదులు కొత్తశయ్యలలో సముద్రాన్ని చేరుకుంటాయి. ఈ ఉపనదులను “విచ్ఛిన్ననదులు” (dismembered streams) అంటారు.

హిమనదీకరణంవల్లకూడా సామాన్యపరదనచక్రం అవరోధితం కావచ్చు. ఇందువల్ల అపరదనచరిత్రలో బాగా పురోగమించిన స్థలాకృతిమీద యౌవనదశలో ఉన్న స్థలాకృతీలక్షణాలు ముద్రితమై కనిపిస్తాయి.

వివరీతమైన లావా బహిస్సృవాలు ఒక్కొక్కప్పుడు పురాతన అపరదిత ప్రదేశాన్ని నదీశయావ్యవస్థతోసహా కప్పివేసినప్పుడు, సరికొత్తనదులు లావా క్షేత్రంమీద ఏర్పడుతాయి.

### నదీ నిక్షేపణం

నదీప్రవాహం బరువును మోసుకువెళ్ళడానికి అనువైన పరిస్థితులు, ఆ బరువును నిక్షేపించడానికి అవసరమైన పరిస్థితులకు సరిగ్గా వ్యతిరేకం. కనుక, వాలుగానీ, ఆయతనంగానీ, వేగంగానీ తక్కువకావడంవల్ల నిక్షేపణం (deposition) జరుగుతుంది. వాలు అధికంగాఉన్న ప్రదేశంనుంచి వాలు తక్కువగాఉన్న ప్రదేశంలోకి నది ప్రవహించినప్పుడు వేగం తగ్గి నిక్షేపం జలోశవామరం (alluvial fan) లాగ విస్తరిస్తుంది. దరీముఖంవగ్గర నిక్షేపణం అత్యధికంగా జరిగి దారి మూసుకు



పోవడంచేత విననకర్రలా నిక్షేపం విస్తరిస్తుంది ఈ విధంగా నదీశాఖలు ఏర్పడి, వాటి వారి మళ్ళీ మూతపడుతుంది ఇదేపరిస్థితి చాలాసార్లు ఏర్పడి నది శాఖోపశాఖలుగా చీలుతుంది లోయ భారంవేత మూసుకుపోయినప్పుడు నదీప్రవాహం వివిధశాఖలలో సర్దుకుంటుంది శాఖలుగా విడిపోవడమూ, మళ్ళీ కొంతదూరం వెళ్ళి కలుసుకోవడమూ, మధ్యలో ఇసుక, రాళ్లు వగైరాలు దీవులలాగ వదిలివేయడమూ వంటి వ్యవస్థను “జడలల్లిక నది” (Larded stream) అంటారు. గంగానదీ ముఖంవద్ద చాలాదూరం ఇటువంటి జడలల్లిక కనిపిస్తుంది

వరదమైదానాలు : వంకరటింకరగా ప్రవహించే నదులు చదునుగాడిన్ను లోయలలో ఒండ్రును నిక్షేపించడంవల్ల రిలిప్ తక్కువగా ఉండే వరదమైదానాలు ఏర్పడుతాయి. ఎరదరోజులలో ఈ మైదానాలు నీటిలో మునిగిపోవడంచేత వీటికి ఈ పేరు వచ్చింది వినర్పజములవల్ల దరితలం విశాలమై, “జారుడువాలులు” (slip-off slopes) చదునుగా అవుతాయి. వరదమైదానాలమీద పలుచగా బురద, ఒండ్రు, వానిక్రింది ఇసుక, గులకరాళ్లు, ఆక్రింద ఆధారశైలము ఉంటాయి. జడలల్లిక నదులు ముతకగా, చక్కగా నిక్షేపిస్తాయి. చక్కని జలోడనిక్షేపాలు పర్యవ్రేజులముందర ఆధారశైలపు గుంటలలో నిండి కనిపిస్తాయి

దగ్గరదగ్గరగా ప్రవహిస్తున్న వాగులు కొండప్రదేశంనుంచి ఎవ్ హెంట్ (గిరిపదందగ్గర ఉన్న నిమ్నప్రదేశం) మీదికి నిక్షేపించినప్పుడు, వాటి నిక్షేపాలు కలుసుకుని గిరిపద జలోడమైదానం ఏర్పడుతుంది సింధునదీ డెల్టానుంచి గంగా - బ్రహ్మపుత్రానదుల డెల్టావరకూ విస్తరించిఉన్న గంగాసింధుమైదానం ఈ విధంగా ఏర్పడి బండరాళ్ళతో, గులకరాళ్ళతో, ఇసుకతో, ఒండ్రుతో, బురదతో పొరలు పొరలుగా ఏర్పడ్డదే. తృతీయమహాయుగంలో దీని తలం సుమారు రెండు మూడు వేల మీటర్ల లోతుకి దిగబడిపోయినప్పటికీ, ఈ గుంట హిమాలయాలనుంచి వచ్చి పడుతున్న నదుల జలోడంలో నిండిపోయింది.

చాలాభాగం నదుల అంతిమస్థానం సముద్రమే. అట్టి నదులు మోసుకువస్తున్న బరువులో చాలాభాగం వాటి ముఖములవద్ద విక్షిప్తం అవుతుంది. ఈ అవసాదాలు చదునుగా, అర్ధనిమజ్జితమైన విననకర్ర ఆకారంలో సంచితం అవుతాయి. దీనిని “డెల్టా” అంటారు. సుమారుగా త్రిభుజాకారంలో ఉన్న నైలునదీముఖప్రదేశాన్ని

మొదట్లో డెల్టా అనేవారు ఇది గ్రీకు లిపిలోని  $\Delta$  అనే అక్షరాన్ని పోలి ఉండడమే దీనికి కారణం. ఆవసాదాలు నిక్షిప్తంఅయే రేటు, తరంగాలవల్లనూ, ప్రవాహాలవల్లనూ ఆ నిక్షిపాలు కొట్టుకుపోయే రేటుకన్న అధికంగా ఉంటేనే డెల్టా ఏర్పడుతుంది పరిభ్రమిస్తూ మరింత మరింత విస్తృతతరం అవుతూఉండే శాఖా వ్యవస్థయే డెల్టాయొక్క సామాన్యలక్షణం. కనుక డెల్టాను నిర్మించే నదికి బహుముఖములు ఉంటాయి

ఆవసాదములువచ్చి సంచితం అవుతూఉంటే ప్రపంచంలోని పెద్దపెద్ద డెల్టాలు అన్నీ క్రమంగా కిందికి దిగబడుతున్నాయి. క్రుంగే రేటుకన్న సంచితమయే రేటు అధికం • ఉన్నప్పుడే ప్రకారాత్మకమైన (Tidal) డెల్టాలు ఏర్పడుతాయి సింఘ, గంగ, బ్రహ్మపుత్రానదుల డెల్టాలు కిందికి దిగబడుతున్నాయన్నది తెలిసిన విషయమే గంగానదీ డెల్టా అనేకవందల మీటర్లు కిందికి దిగబడినప్పటికీ ఈ నది విపులమైన డెల్టాను నిర్మించింది రాజ్ మహల్ కి దిగువన గౌర్ అనే పురాతన శిథిలపట్టణానికి దగ్గరలో డెల్టాభాగం మొదలు అవుతుంది. ఇక్కడే భాగిరథి అనే శాఖ ప్రధాన నదినుంచి విడిపోతుంది. దీనినే దిగువన హుగ్లీనది అంటారు. ఈ శాఖలు మళ్ళీ తమ తమ డెల్టాలను ఏర్పరచుకుంటాయి. ఈ విధంగా గంగా డెల్టా ఏర్పడింది రాజమహల్ నుంచి గౌర్ పర్వతాలకు నైఋతిమూలకు గీసిన రేఖకు దక్షిణంగాఉన్న గంగా - బ్రహ్మపుత్రా డెల్టా వైశాల్యం 1,86,500 చ.కి.మీ. వరకూ ఉంటుంది. కలకత్తాలో పోర్ట్ విలియం దగ్గర 160 మీ. లోతుకి బోరింగు వేసి తవ్వినప్పటికీ రాయి అందలేదు.

### భారతదేశపు నదులు

భారతదేశంలోని నదులను హిమాలయనదులు, ద్వీపకల్పీయనదులు అని రెండు ముఖ్యభాగాలుగా విడదీయవచ్చును. తీరప్రాంతాలలో చిన్నచిన్న నదుల ప్రాముఖ్యం తక్కువ. వాటి ప్రవణక్షేత్రాలు (catchment areas) చిన్నవి కొన్ని స్వల్పాయు (ephemeral) నదులు - అంతర్గతమైన డ్రెయినేజి డ్రోణులు కలవి - ఉప్పునీటి సరస్సులలోకిగాని, ప్లాయాడ్రోణులలోకిగాని ప్రవహిస్తున్నాయి. హిమాలయాలలో పుట్టిన నదులు హిమప్రవర్ధకాలు కనుక ఏడాదిపొడుగునా ప్రవహిస్తూఉంటాయి.

ద్వీపకల్పీయనదులు వర్షంమీద ఆధారపడినవి కనుక, వాటి జలఆయతనం ఏడాదిలో అత్యధికంగా హెచ్చుతగ్గులు కలిగి ఉంటుంది

హిమాలయ నదులు : మానససరోవరానికి 100 కి.మీ. ఉత్తరంగా ఉన్న సెన్ గే ఖబాబ్ స్రోతస్సులలో సింధునది ఉద్భవించింది. అక్కడినుంచి వాయవ్యంగా 250 కి మీ. టిబెట్టులో ప్రవహించి, తరువాత కాశ్మీరులో ప్రవేశిస్తుంది అక్కడి నుంచి 550 కి.మీ. వాయవ్యంగా హరమోష్ శిఖర (7397 మీ ) పాదంవరకూ ప్రవహిస్తుంది. అక్కడ చటుక్కున దక్షిణానికి మళ్ళి, లడఖ్ రేంజిలో 5200 మీ. లోతున బ్రహ్మాండమైన గోర్జిని బుజ్జివద్ద కోసి, కాశ్మీరులో 90 కి.మీ. ప్రవహించి, పాకిస్తాన్ లో ప్రవేశిస్తుంది గంగాసింధుమైదానంలోని పంజాబుభాగం ముఖ్యంగా నల్లెజ్, బియాస్, రావి అనే సింధునదీ ఉపనదుల ఉన్నతీకరణక్రియవల్ల ఏర్పడినదే.

గంగానది కి ప్రముఖమైన శీర్షజలస్థానం (Head water) అయిన భాగీరథి యొక్క ఉత్పత్తిస్థానం గోముఖం అనబడే ఒక హిమగుహ. అక్కడినుంచి పశ్చిమంగా 30 కి మీ. ప్రవహించి, దక్షిణంగా మళ్ళి, మహాహిమాలయంలో లోతైన లోయనుకోసి, మరొక 140 కి మీ చిన్న హిమాలయంగుండా ప్రవహించి, దేవప్రయాగవద్ద అలక్ నంద అనబడే ముఖ్యమైన ఉపనదిని చేర్చుకుంటుంది. బదరీనాథ్ కి సరిగ్గా వెనుక ఒక హిమనదిలో అలక్ నంద ఉద్భవించి, ఒక ఎవలాంచి (హిమాసీ) అడ్డువచ్చేవరకూ ఎదరకు సాగుతుంది. అక్కడినుంచి మంచుకింద కొంతదూరం ప్రవహించి, బయటికివచ్చి వివర్తనిక (tectonic) పర్వతశ్రేణులగుండా లోయనుకోస్తూ ప్రవహిస్తుంది. రుద్రప్రయాగదగ్గర ఈ నది దక్షిణవాహిని అయిన మందాకినితో కలుస్తుంది. కేదారనాథ శిఖరంనుంచి కిందికి దిగే ఘోరాబారీ అనబడే హిమనదీజలములచేత ఈ మందాకిని పరిపోషితమవుతోంది. రెండింటి లోయలూ V - ఆకారంలోఉండి యౌవనదశను సూచిస్తున్నాయి. ఈ లోయల చరియలు నిజంగా విశాలమైన వేదికలు. ఈ రెండునదులూ కలిసి గంగ అనే పేరుతో పిలువబడుతున్నాయి దక్షిణంగా 70 కి.మీ. ప్రవహించి, సివాలిక్కులను కోసుకుంటూ గంగానది హరిద్వార్ దగ్గర మైదానంలో ప్రవేశిస్తుంది. అటుతరువాత గంగ 1200 కి మీ. దూరం తూర్పుగా మైదానంలో ప్రవహించి,

దక్షిణానికి మళ్ళి, రాజమహల్ కొండల తూర్పు పార్శ్యాన్ని ఒరుస్తుంది. ఇక్కడ రెండు శాఖలుగా వీలుతుంది. ఒకశాఖ తూర్పుపాకిస్తాన్ లోకి ప్రవహిస్తుంది. రెండవశాఖ (హుగ్లీ నది) బంగాళాఖాతంలో పడుతోంది. మైదానభాగంలో ఈ నది జడఅల్లిక శాఖలతో ప్రవహిస్తుంది. గంగకి కుడివైపున యమునానది అత్యంత ప్రముఖమైన ఉపనది ఇది గంగకి సమాంతరంగా 800 కి.మీ. ప్రవహించి, అలహాబాదుదగ్గర గంగతో కలుస్తుంది. ఎడమవైపున గంగానదిలో ఘాఘరా, గండక్, కోసి అనే మూడు ప్రముఖ హిమాలయనదులు కలుస్తున్నాయి.

మానససరోవరానికి 100 కి మీ. ఆగ్నేయంగాఉన్న చెమ్మయంగ్ డంగ్ అనే హిమనదీముఖంలో బ్రహ్మపుత్రానది పుడుతోంది. అది తూర్పుగా 1250 కి.మీ. దూరం టిబెట్టులో లోతు తక్కువ లోయలో ప్రవహించి, చటుక్కున దక్షిణంగా వంగి, లోతుగా దీహంగ్ అనే గోర్జినికోసి, మైదానంలో ప్రవేశిస్తుంది. బ్రహ్మపుత్రానది తీసుకువచ్చేటంత నీరు ఇండియాలో మరే నదీ తీసుకురాదు. కాని, ఇసుకతో నిండిఉన్న దానిశయ్య లోతు ఎక్కువగా లేకపోవడంచేత అంతటి జలఆయతనానికి టిబ్బుకోలేదు. తూర్పుహిమాలయాలలోనూ, టిబెట్టులోనూ మంచు కరిగే మే నెలలో దీనికి వరదలు ప్రారంభం అవుతాయి జూన్ నుంచి సెప్టెంబరు వరకూ ఎడతెరిపిలేని వర్షాలు దీనికి తోడుఅవుతాయి. ఈ నదీజలపు మట్టం పెరిగి నప్పుడు ఉపనదులలోని నీరు బ్రహ్మపుత్రలోకి రావడానికిబదులు, ఈ నీరే ఉపనదులలోకివెళ్ళి, విపరీతంగా వరదలు వస్తాయి.

దీర్ఘతీర్థియ నదుల ద్వీపకల్పంలోని ఇతరనదులకు భిన్నంగా నర్మద, తపతీనదులు పశ్చిమంగా ప్రవహిస్తున్నాయి. అమర్ కంబక్ పీఠభూమిలో 1060 మీ. ఎత్తున ఒక ప్రోతస్సునుంచి నర్మదానది ఉద్భవిస్తోంది. భేరాఘాట్ వద్ద 15 మీ. ఎత్తునుంచి ఈ నదికి అద్భుతమైన జలపతనం (మార్బుల్ జలపాతం) జరుగుతోంది. అటుతరువాత ఆ నది 9 కి మీ. పొడవున్న గోర్జిలోనుంచి ప్రవహిస్తోంది, అఖిరికి ఈ నది కాంబే సింధుశాఖలో పడుతోంది. తపతీనది సాత్ పురా పర్వతాలలో పుట్టి, సూరత్ కి పశ్చిమాన అరేబియాసముద్రంలో పడుతోంది.

దామోదరనది రాంచీ పీఠభూమికి ఉత్తరాన భ్రంశద్రోణిలో ప్రవహిస్తోంది. ఇక్కడ గొండ్వానా బొగ్గు విక్షేపాలు చాలా ఉన్నాయి. ఇటీవల దామోదరలోయలో

నిట్టితమైన కోనార్, పాంచెట్, మైదాన్ అనే మూడు రిజర్వాయర్లు విద్యుత్తు తయారీకి, నీటి సరఫరాకూ ఉపయోగిస్తున్నాయి.

మధ్యస్థ ఉన్నతపీఠభూములలో పుట్టిన మరొక ముఖ్యమైన నది ఎహానది అన్ని వైపులా 600 మీ. నుంచి 1000 మీ. ఎత్తుగల పర్వతాలమధ్యనున్న 300 మీ. ఎత్తున ఉన్న ద్రోణిగుండా ఇది ప్రవహిస్తోంది. ఇది దండకారణ్యానికి ఉత్తరపు టంచున బయలుదేరి తూర్పుగా ప్రవహిస్తోంది. సంభల్ పూర్కు ఎగువను హీరాకుడ్ దగ్గర ఈ నదికి ఆనకట్ట కట్టారు. దీని నీరు 750 చ. కి. మీ. ప్రదేశంలో విస్తరించి, ఇరిగేషన్ కి, విద్యుదుత్పత్తికి పనికినస్తోంది. సంభల్ పూర్ తరువాత ఈ నది తూర్పుకనుమలగుండా 65 కి.మీ. పొడవున్న గోర్ఖిలోనుంచి ప్రవహిస్తోంది. ఈ నది బంగాళాఖాతంలో పడేముందు డెల్టా ఏర్పడింది.

నాసిక్ జిల్లాలోని త్ర్యంబకదగ్గర గోదావరి పుట్టింది అక్కడినుంచి పడమటి కనుమలలో 20 కి.మీ. దూరం లోతైన గోర్ఖిగుండా ప్రవహించి నాసిక్ పట్టణాన్ని చేరుకుంటుంది. ఇది మహారాష్ట్రలో 650 కి.మీ. దూరం ప్రవహించి, ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని తెలంగాణా పీఠభూమిలో ప్రవేశిస్తోంది. తూర్పుకనుమలలో గోర్ఖిలాకోపి, డెల్టా ఏర్పరచుకొని, బంగాళాఖాతంలో పడుతోంది.

కృష్ణానది 400 కి.మీ. ప్రవహించి, తెలంగాణలో ప్రవేశిస్తోంది. ఈ నదికి ఆంధ్రప్రదేశ్ లో నాగార్జునసాగర్ అనే పెద్ద ఆనకట్ట కట్టారు. జగ్గయ్యపేటదగ్గర నల్లమల పర్వతశ్రేణిని కోనుకుని దాటి, విజయవాడదగ్గర డెల్టా ఏర్పడింది.

మైసూరు పీఠభూమిలో ముఖ్యమైన నది కావేరి. కూర్గ్ లో పడమటికనుమల పడమటిఅంచున, అరేబియాసముద్రానికి కనుచూపుమేరలో పుట్టింది కావి. పడమటికి ప్రవహించకుండా పడమటికనుమలనుదాటి తూర్పుగా సాగింది దీనికి పూర్వవర్తినదీలక్షణాలు ఉన్నాయి. కృత్తవిసర్పణయుక్తమైన లోయలో పూర్వ శయ్యలోనే ఈ నది ప్రవహిస్తోంది దాని దారిలో అనేకమైన ఉచ్చలికములూ, జలపాతములూ ఉన్నాయి. కన్నంబాడిదగ్గర ఈ నదికి ఆనకట్ట కట్టగా కృష్ణసాగరం ఏర్పడింది. ఇక్కడే బృందావన్ అనే పేరుగల సుప్రసిద్ధమైన వేదికోపవనం ఏర్పాటుచేయబడింది. రకరకాల పూలమొక్కలతో, ఫౌంటెన్లతో, సెర్పిలైట్లతో, రంగురంగుల దీపాలతో రాత్రిపూట ఇది దివ్యలోకంలా కనిపిస్తుంది. ఆనకట్ట

తరువాత ఈ నది తూర్పుగా ప్రవహించి, రెండుబాహువులుగా చీలి, తిరిగి కలుసు కుని, శ్రీరంగపట్టణద్వీపం ఏర్పడింది. మైసూరు పీఠభూమిలో ప్రవాహమార్గం అంతటా కావేరీనది వృద్ధాప్యలక్షణాలను కనబరుస్తుంది. లోయలు విశాలంగానూ, లోతు తక్కువగానూ ఉన్నాయి. వరదమైదానాలు విశాలంగా ఉన్నాయి. ఈ నది పెద్దపెద్ద మెలికలు మడుతుంది. తరువాత శివసముద్రందగ్గర 100 మీ. ఎత్తునుంచి కిందికి దూకుతుంది (1 ల వ చిత్రపటం). జలసతతం తరువాత ఈ నది ఇరుకగా నిట్టనిలువు వరియలుగల గోర్తిగుండా ప్రవహిస్తుంది. ఉచ్చలికములు విస్తారంగా ఉన్నాయి. బహుకరినమైన శిలలుకూడా కోపివేయబడ్డాయి. 10, 15 మీటర్ల లోతూ, ఎన్నోమీటర్ల వ్యాసమూ కలిగిన బ్రహ్మాండమైన జలగర్భికలు చాలా ఉన్నాయి. పునర్నవీకృతమైన ఈ నదియొక్క ప్రవాహశక్తికి ఇవి తార్కాణాలు. ఈ నది యొక్క అధఃఖండనం (down cutting) అతివేగవంతమై ఉండడంచేత దీని ఉపనదులైన సింషా, అర్కావతులు ప్రధాననదియొక్క బలకృతాపరదనవేగాన్ని అందుకోలేక చివరలలో ప్రవాహపు లోయలను ఏర్పరచాయి. దాని తరువాత ఈ నది మద్రాసురాష్ట్రంలో ప్రవేశించింది. తిరుచ్చిదగ్గర రెండుశాఖలై, శ్రీరంగ ద్వీపాన్ని ఒరుస్తున్నాయి. వీటిలో ముఖ్యమైన శాఖను కోలెరూన్ అంటారు, ఇది ఈశాన్యంగా ప్రవహించి వేవికోటదగ్గర సముద్రంలో పడుతోంది.

ఆరేబియాసముద్రంలో పడుతున్న మరొక నది షారావతి ఇది చిన్న నదే అయినప్పటికీ జోగ్ జలపాతంవల్ల ఇది ప్రసిద్ధికెక్కింది. పడమటికనుమలలో 2500 మీ. ఎత్తునుంచి నిట్టనిలువుగా కిందికి దూకుతోంది (12 వ చిత్రపటం). వర్షాకాలంలో వరదరోజుల్లో ఈ జలపాతం ప్రపంచమంతటిలోనూ గొప్పదని చెప్పవచ్చు. ఇంత ఎత్తు, ఇంత జలఆయతనమూ ఆ సమయంలో మరే జలపాతానికి లేవు. వేసవిలోమాత్రం ఈ జలపాతం మూడు నాలుగు ధారలుగా చీలిపోతుంది. వాటిలో కొన్ని బహు అల్పమైన ధారలు మాత్రమే. నదీఆపహరణానికి షారావతి చక్కని ఉదాహరణ.

## పదుమూడవ ప్రకరణము

### భూమిగతజలము - దాని పని

వర్షంరూపంలో భూమిమీదపడ్డ నీరు మూడువిధాలుగా ప్రవర్తిస్తుంది. కొంత నీరు వాగులరూపంలో ప్రవహిస్తుంది. కొంత నీరు భూమిలోకి ఇంకిపోతుంది. కొంత నీరు ఆవిరియై వాతావరణంలోకి చేరుతుంది. మొత్తం వర్షపునీటిలో 50% ఆవిరి అవుతుంది. మిగిలిన నీటిలో సగభాగము ప్రవాహాలుగానూ, ఆమిగతాది భూమి లోకి ఇంకిపోతుంది.

భూమ్యుపరితలానికి లోపలనున్న నీటిని “భూమిగతజలము, లేదా పాతాళగంగ, లేదా భూగర్భజలము” (subsurface water, or ground water, or underground water) అంటారు ఈ నీరు రాళ్ళనందులలోనూ, రంధ్రాలలోనూ, విభంగ క్షేత్రాలలోనూ ఉంటుంది. ఈ రకమైన భూమిగతజలాన్ని “అవపృష్ఠజలం” (meteoric water) అంటారు. విక్షేపణనమయంలో అవసాదములలో చిక్కుబడ్డ మంచినీటినిగాని, ఉప్పునీటినిగాని “సంయుక్తజలం” (connate water) అంటారు. అవసాదములు సంఘటన (compaction) చెందేటప్పుడు ఈ ఫాసిల్జలంలో చాలాభాగం బయటికిపోతుంది. కాయాంతరణంచెందేటప్పుడుకూడా బయటికి పోతుంది పూర్తిగా. కాయాంతరణంలోగానీ, ఆగ్నేయసక్రియతలోగానీ సంయుక్త జలం వేడెక్కి, ఉష్ణజలీయద్రావణములు (hydrothermal solutions) అవుతాయి. వేడినీటిబుగ్గలు, ఖనిజసరలు (mineral veins) వీటివల్లనే ఏర్పడుతాయి. భూగర్భంలో చాలా లోతునుంచి భూమి పైభాగానికివచ్చే ఉష్ణఖనిజజలాన్ని “పైగర్భజలం” (juvenile water) అంటారు.

### భూమిగతజల వితరణము

భూమిలో రాళ్ళమధ్య పగుళ్ళనుబట్టి, రంధ్రముల పరిమాణములనుబట్టి భూమిలో ఎంత లోతువరకూ నీరు ఉండేదీ నిర్ణయంపబడుతుంది. రాళ్ళ గట్టి తనాన్నిబట్టి, నైజాన్నిబట్టి భూమిగతజలం 10 కి.మీ. లోతువరకూ ఉండవచ్చు.

అంతకుమించి ఉండదు. ఏమంటే అంతకు క్రింద పైద్రవ్యపు ఆసారమైన వత్తిడి వల్ల రంధ్రాలన్నీ మూసుకుపోతాయి. నీరు అంతకన్న కిందికి ఇంకి వెళ్ళలేదు. విజానికి ఇంతలోతుకి వెళ్ళగల నీరు బహుస్వల్పంగానే ఉంటుంది. భూమిగత జలంలో చాలాభాగం ఉపరితలంనుంచి 1000 మీ. లోపుగానే ఉంటుంది

భూమిగతజలంయొక్క ఘటన (occurrence) సామాన్యంగా మూడు పద్ధతులుగా ఉంటుంది.

(1) తేమప్రదేశాలలో వదులుగాఉండే శిలాసమూహాలూ, మట్టి 25 మీ. లోతు వరకూ నీటితో సంతృప్తమై (saturated) ఉంటాయి. నూతులలో నీరు ఈ విధంగా వస్తుంది.

(2) “జలభృతములు” (aquifers) అనబడే కొన్ని ప్రత్యేకమైన పొరలుగా నీరు ఉంటుంది ఈ పొరలకి పైనా క్రిందా కఠినశిల ఉంటుంది సామాన్యంగా. అట్టి జలభృతములగుండా నీరు కొంతదూరం నెమ్మదిగా ప్రవహిస్తుంది.

(3) కఠినశిలా స్తరములలో భూమిగతజలం స్వల్పాతిస్వల్పంగా ఉంటుంది. నీరు చాలాభాగం ప్రంశవిభంగములలోనూ, పగుళ్ళ సందులలోనూ ఉంటుంది.

ఒక ప్రత్యేకితమైన మట్టమునకు దిగువన రంధ్రములూ, పగుళ్ళూ అన్నీ నీటితో నిండిఉంటాయి. ఈ భూమిగతజలపు పైతలాన్ని “నీటిమట్టము” (water table) అంటారు. నీటిమట్టము క్రమవిహీనంగా, సాధారణంగా స్థలాకృతిని అనుసరించి ఉంటుంది. లోయలకిందకన్న కొండలకింద సాధారణంగా నీటిమట్టం ఎక్కువ లోతుగా ఉంటుంది. దీనికి కారణం పై అంతస్తులలోని నీరు బరువువల్ల కిందికి పోవడమే. పొడివాతావరణంలో నీటిమట్టం క్రమంగా కిందికి దిగుతుంది కనుకనే చాలా నూతులూ, బుగ్గలూ ఎండిపోతూ ఉంటాయి. మూడువరుసల క్షేత్రాలను గుర్తించవచ్చును

(i) వాయుమిశ్రణక్షేత్రం (zone of aeration) - ఈ క్షేత్రంలో నీరు నిలువకుండా కిందికి ఇంకిపోతుంది.

(ii) అంతరాయిత సంతృప్తక్షేత్రము (zone of intermittent saturation). తేమవాతావరణంలో నీటిమట్టం చేరుకునే అత్యున్నతమైన మట్టమునకూ అనావృష్టిలో నీటిచిల్ల చేరుకునే అట్టడుగు మట్టమునకూ మధ్యని ఉంటుంది ఈ క్షేత్రం.



(111) నిత్యసంతృప్త క్షేత్రం (*zone of permanent saturation*) భూమిగత జలం చేరుకోగలిగినంత లోతువరకూ ఈ క్షేత్రం విస్తరించిఉంటుంది. రాళ్లు పొడిగాఉండే మట్టపు శిలానిర్మాణాన్నిబట్టి, జాతినిబట్టి ఉంటుంది. సాధారణంగా ఇది 700 మీ. నుంచి 1000 మీ వరకూ ఉంటుంది. మైగ్రజు జలము, సంయుక్త జలము ఇంకా లోతునుంచి పైకిరావచ్చు

### భూమిగతజల చలనములు

శమగుండా నీటిని స్వేచ్ఛగా పోనిచ్చే రాళ్ళను పారగమ్యశీలలు (*permeable rocks*) అంటారు అవి ఇసుకలాగ, సైకతశిలలలాగ చిల్లులుగలవి కావచ్చు. లేదా చిల్లులులేని గ్రెనైట్ వంటి శిలలు కావచ్చు అయినా పగుళ్లు, నెరియలు, సంధులు ఉండడంచేత వానిలోనుంచి నీరు ప్రవహిస్తూ ఉండవచ్చు. నీటిని తమ గుండా సులభంగా పోనీయని శిలలను అపారగమ్య (*Impermeable or Impervious*) శిలలు అంటారు. ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా పారగమ్య, అపార గమ్య శిలాస్తరములుఉంటే, ముఖ్యంగా ముడతలుపడి కలుసుకున్నప్పుడు, భూమి లోపల సహజమైన నీటి 'రిజర్వాయర్లు' ఏర్పడుతాయి

భూమిగతజలం భూమిమీదికి వేగంగా వెలువడితే దానిని ప్రోతస్సు లేక బుగ్గ (*spring*) అంటారు. ఉత్పత్తిఅయే పద్ధతినిబట్టి ప్రోతస్సులను రెండురకాలుగా విభజించవచ్చు. గురుత్వ ప్రోతస్సులు (*gravity springs*), ఆర్టిసియన్ ప్రోతస్సులు (*artesian springs*). గురుత్వప్రోతస్సులో అపారగమ్యస్తరములమధ్య బంధి తమై ఉండదు. వదులుగాఉన్న ద్రవ్యంనుంచిగానీ, తెరచికన్న వివరములనుంచి గానీ గురుత్వాకర్షణవల్ల నీరు ప్రవహిస్తుంది. జలభృత ప్రోతస్సు (*aquifer spring*) ఇటువంటిదే కాని, ఇందులో నీరు అపారగమ్యస్తరములమధ్యనున్న రంధ్రములు గల పొరలలో ప్రవహిస్తుంది.

నీళ్లు ఉండే పారగమ్యద్రవ్యంవరకూ, లేదా పగిలినరాళ్ళవరకూ భూమిలోకి తవ్వబడిన రంధ్రములే నూతులు. నిత్యసంతృప్తక్షేత్రానికి తగిలికేతప్ప లోతు తక్కువగాఉన్న నూతులు వేసవిలో ఎండిపోతాయి.

భూమిఅడుగునుండి పైకిరావడానికి తగినంత ద్రవచాలితపీడనం (hydraulic pressure) లో నీరుఉంటే వాటిని ఆర్టిసియన్ ప్రోజెక్టుల లేక ఆర్టిసియన్ నూలు అంటారు. ఇటువంటివి ఏర్పడడానికి అవసరమైన నియమం ఏమిటంటే, కొంచెం చంగిన పారగమ్యజలభరిత విరచన (water-sealing formation) లేదా క్లౌడము, రెండు నీరుచొరని అపారగమ్యస్తరముల మధ్యని ఉంచాలి. హిమాలయగిరిపదిములదగ్గర ఉన్న సరంధ్రపైకతళిలు అభినతీచరచన కలిగి ఆర్టిసియన్ జలానికి అన్నివిధాలా తగిఉన్నాయి. సాత్పురా పర్వతశ్రేణికి ఉత్తరాన నర్మదానదీతోయ అంచున ఆర్టిసియన్ పరిస్థితులు కనిపిస్తున్నాయి. ఇక్కడ జలభరితమైన పిండాశ్మస్తరములు (conglomerate beds) అపారగమ్యస్పటిక శిలలమధ్య చిక్కువడి ఉన్నాయి. మద్రాసురాష్ట్రంలోని నై వేలీవద్ద లిగ్నైటు తవ్వకాలలో ఆర్టిసియను పరిస్థితులు ఉండడంవల్ల కొన్ని ప్రత్యేకమైన ఇబ్బందులు కలిగేయి. నీటిని తోడివేయడానికి ఎన్నెన్నో పంపులు అనుర్భారు లేకపోతే గనులన్నీ నీటితో నిండిపోతాయి పుదుచ్చేరిలోకూడా ఆర్టిసియన్ బాన్సులు చాలా ఉన్నాయి

గోరువెచ్చదనంనుంచి మందే ఉష్ణోగ్రతవరకూ నీరు ఉండే ప్రోతస్సులను వేడినీటిబుగ్గలు (hot springs) అంటారు ఇటీవలే పైకువికిన అగ్నిపర్వతశిలలకు చేరువగా భూమిగతజలం ప్రవహించడంచేత ఈ నీరు వేడిగా ఉంటుంది. ఈ అగ్నిపర్వతశిలలు ఇంకా చల్లారి భూపృష్ఠపు ఉష్ణోగ్రతను చేరుకుని ఉండవు. ఒక్కొక్కప్పుడు నీరు భూమిలో చాలా లోతునకు ప్రవహించి సామాన్యంగా అక్కడి వేడిమికి వేడెక్కి, ద్రవస్థైతికపీడనం (hydrostatic pressure) వల్ల భూమిపైకి వస్తుంది

సిమ్లాకి చేరువలో తత్తపానివద్ద సప్లైజ్ నదీతీరంలో వేడిగంధకపుబుగ్గలు చాలా ఉన్నాయి. కామెట్, నందదేవీ శిఖరాల దాపుల కుమాన్ హిమాలయాలలో వేడినీటిబుగ్గలు చాలా కనిపిస్తాయి. బీహారులో మోన్ గిర్ జిల్లాలోని వేడినీటిబుగ్గలు సుమారు 50 కి.మీ. ప్రదేశంలో ఖరగ్ పూరు కొండల భ్రంశక్షేత్రంలో విస్తరించి ఉన్నాయి పశ్చిమబెంగాలులో బీర్ భూమ్ జిల్లాలో బక్రేశ్వర్ వద్ద ఒక గంధకపు వేడినీటిబుగ్గ ఉంది. ఈ నీటి ఉష్ణోగ్రత 58°C నుంచి 72°C వరకూ మారుతూ

ఉంటుంది. సహ్యాద్రి పడమటివాలులో సంగమేశ్వరంవద్దకూడా ఒక వేడినీటిబుగ్గ ఉంది.

ఆవిరితోకూడిన వేడినీరు అగి అగి ప్రచండంగా పైకి విరజిమ్ముబడితే ఆ బుగ్గలను “గేజర్లు” (geysers) అంటారు. వీటిలో నీరు సుమారు 100 మీ ఎత్తుదాకా కూడా విరజిమ్ముబడుతుంది. ఆమెరికాలోని ఎల్లోస్టోన్ నేషనల్ పార్క్లో ఇటువంటి గేజర్లు చాలా ఉన్నాయి. “ఓల్డ్ ఫెయిత్ ఫుల్” (old faithful) అనేది వాటిలో ప్రసిద్ధమైనది. అది క్రమంతప్పకుండా 70 నిమిషాల కొకసారి విస్ఫోటిస్తుంది. ప్రతిసారి పదిలక్షల గాలన్లకు పైగా వేడినీటిని అనేక మీటర్ల వ్యాసార్థంతో సుమారు 60 మీ ఎత్తుకి విరజిమ్ముతుంది.

గేజర్లు ఈ క్రిందివిధంగా పనిచేస్తాయి. నీళ్ళతో నిండిన గేజర్ గొట్టం నిట్ట నిలువుగా కిందికి ఇంచుమించు వేడి లావాద్రవ్యంవరకూ ఉంటుంది, ఈ గొట్టంలో లావాకు దగ్గరగాఉన్న నీరు మరుగుతుంది. కొంతసేపటికి ఆవిరి తగినంతగా తయారై ఆ గొట్టంలోఉన్న నీటినంతనీ ప్రచండంగా బయటికి గెంటివేస్తుంది. విస్ఫోటనం జరిగిన తరువాత నిశ్చలమయంలో (period of quiescence) నాలికలు, కాలువలు, గొట్టం, ద్రోణి అన్నీ వేగంగా నీటితో నిండుతాయి. నీటి ఉష్ణోగ్రత క్రమంగా పెరుగుతుంది నీళ్ళల్లోనుంచి బుడగలు, ఆవిరి రావడం మొదలు అవుతుంది. అఖరికి ఉన్నట్లుండి ఒక్కసారిగా వేడినీరు ఆవిరితో కలిసి తీవ్రంగా బయటికి వచ్చేస్తుంది.

భూమిలోనికి దిగిన నీటిలో ఖనిజద్రవ్యం కరుగుతుంది అయితే ఎంత ఖనిజ ద్రవ్యం కరుగుతుందో అన్నది ఆ నీరు ఎంతలోతువరకూ దిగిందో, నీరు ప్రవహించిన రాళ్లు ఎటువంటివి, వత్తిడి ఉష్ణోగ్రతలు ఎంత - అన్న విషయాలమీద ఆధార పడిఉంటుంది. ఖనిజద్రవ్యం నీటిలో త్వరగా కరిగేదైతే, లేదా నీరు చాలా లోతుకి ఇంకితే ఆ నీటిలో ఖనిజాలు చాలా అధికంగా ఉంటాయి. అటువంటి నీరు భూమి పైకి వస్తే అదే ఖనిజస్రోతస్సు (mineral spring) అవుతుంది. ఆ నీరు వేడిగా గానీ, చల్లగాగానీ ఉండవచ్చు. అట్టి బుగ్గలలోని ఖనిజజలం ఔషధశక్తి కలిగి ఉంటుంది.

యాంత్రిక రాసాయనికకార్యాలు రెంటివల్లనూ భూమిగతజలం నేలవైభాగంలో మార్పులు తెస్తుంది. భూమిలో నీరు అధికంగాఉండే తేమప్రదేశాలలో ఈ మార్పులు అధికంగా ఉంటాయి.

### భూమిగతజలంయొక్క యాంత్రికకార్యం

పూర్వవ్యానికి చలనం కలిగించడంలోనూ, చలనములకు దోహదం ఇవ్వడంలోనూ భూమిగతజలం ప్రముఖపాత్ర వహిస్తుంది. గురుత్వాకర్షణ, భూకంపములు రాళ్ళను కదిలించినప్పుడు ఈ నీరు “స్పేజం” (lubricant) గా పనిచేస్తుంది భూస్థలనములు, ఎవలాంచిలు (చూ లేదా మంచుఖండము విరిగిపడుట), “నేల-పాకుట” (land creep) దీనికి ఉదాహరణలు.

భూ స్థలనములు ద్రవ్యచలనములన్నిటిలోనూ భూస్థలనములు చాలా ముఖ్యమైనవి. ఇందులో అపారమైన శిలాద్రవ్యం కదలడం కనిపిస్తుంది. దీనివల్ల స్థలాకృతిలో చాలా మార్పులు వస్తాయి భూ స్థలనములు అనేక కారణాలవల్ల సంభవిస్తాయి. వాలు ఎక్కువగా ఉండడము, అతివృష్టివల్లగానీ మంచుకరగడం వల్లగానీ ఏర్పడ్డ స్నేహనమూ (lubrication), భూకంపాలూ, సహజంగాగానీ మానవప్రయత్నంవల్లగానీ ఆధారం (support) జారిపోవడమూ, గురుత్వాకర్షణ ఇటువంటి కారణాలలో కొన్ని అడుగున కోసివేయబడిన శిఖరముల, చరియల, సార్వములవద్దగానీ, రైలుదారి, రోడ్డు, కాలువల తవ్వకాలపక్కనగానీ ఈ పరిస్థితులు ఏర్పడుతాయి. స్తరణము (bedding), విడళనతలములు (cleavage planes), బృహత్సంధులు (master joints), భ్రంశవిభంగములు (fault fractures) లోయవైపుకి, లేదా పల్లంలోకి వంగినప్పుడు స్థలనం జరుగుతుంది.

1840 లో కాశ్మీరంలోని హిమాలయాలలో జరిగిన పెద్ద భూస్థలనం వీటికి ఒక ఉదాహరణ. పర్వతశ్రేణిగుండా సింధునది 5000 మీ నుంచి 5700 మీ. లోతున గోర్జికోసినచోట నంగపర్వత (8877 మీ.) పశ్చిమపార్శ్వం భూకంపం వల్ల కదిలిపోయింది. అప్పుడు సంభవించిన బ్రహ్మాండమైన భూస్థలనంవల్ల నదీప్రవాహానికి అడ్డుతగిలి, 85 కి.మీ. వెనుకకి నీరు మళ్ళింది. దానివల్ల 350 మీ. లోతున సరస్సు ఏర్పడి, అడ్డుతెగి, ప్రపంచవేగంతో నీరు బయటికిపోయి, రెండు

రోజుల వ్యవధిలో ఆ సరస్సు అంతా ఖాళీ అయిపోయింది. భయంకరమైన వరద నీటివల్ల లోయ కోసుకుపోయింది. వందలకొద్దీ కిలోమీటర్లదూరంవరకూ సర్వ నాశనం అయిపోయింది. దీనినిబట్టి పెద్ద భూస్థలనాలు ప్రమాదకరమైన వరదలకు తరుచు కారణం కావచ్చునని తెలుస్తోంది

స్వల్పప్రాంతాలలో మంచు బాగా పేరుకొని మంచు ఎవలాంచిలుగానీ, మేంటిల్ శీల కొండచరియలమీది నీటితో సంతృప్తమై “వెత్తవలాంచిలు” (*debns avalanches*) గానీ ఏర్పడుతాయి మట్టి, వదులుగా ఉన్న రాళ్లు కలిపిన ఎవలాంచి చాలా ప్రమాదాన్ని కలిగిస్తుంది. దాని దారిలో ఉన్న చెట్లు, ఇళ్లు వగైరాలన్నీ నేలకూలి కొట్టుకుపోతాయి కొండచరియమీద లోతైన చాతికగా, కొండ మొగట్లో విననకర్ర ఆకారంలో రాళ్లు, బురద, వెట్లూ చేమలూ పడి ఉంటాయి.

వాలులవెంట మేంటిల్ శీల, మట్టి, టాలినెవగైరాలు కిందికి జారడానికి ప్రయత్నిస్తాయి. వాలు ఎక్కువగా ఉంటే ఇవి చాలా వేగంగా జారుతాయి. వాలు చాలా తక్కువగా ఉన్నప్పటికీ జారుడు స్వల్పంగా ఉండకపోదు. కొండమీదనుంచి కిందికి నెమ్మదిగా చరియలవెంట మట్టి జారడాన్ని మృత్తికాసర్పణం (*soil creep*) అంటారు. దడిలా కట్టిన స్తంభాలు వరుసతప్పిపోవడమూ, నేలమీదనున్న చెట్ల మొదట్ల వంపు తిరగడమూ, గోడలు పగుళ్లు వారడమూ, రైలుపట్టాలు స్థలవలనం పొందడమూ మృత్తికాసర్పణం జరిగినట్లు సూచిస్తాయి ఆఖరికి భూమిగతజలము శీలాస్తరముయొక్క పైభాగమూకూడా ఈ జారుడులో పాల్గొంటాయి. ఇటువంటి శీలాస్తరములవల్ల బాగా వంగిన పొరలయొక్క, లేదా పగిలిన పొరలయొక్క పైకొనలు అధోముఖంగా వంగుతాయి. కనుక బాహిరదృశ్యంశముల ఆభాసనతి (*apparent dip of superficial outcrops*), అనిక్షుభితవిరచనల (*undisturbed formations*) ఆభాసనతులకు భిన్నంగా ఉంటాయి.

మృత్తికాసర్పణంవల్ల స్థలాకృతిలో కలిగే ముఖ్యమైన మార్పులు మూడు ఉన్నాయి. (1) పృష్టవాహమువల్లనూ (*sheet wash*), నదులవల్లనూ, పవనముల వల్లనూ జరిగే అపరదనానికి దోహదంచేయడం. (2) గిరిపాదములవద్ద మట్టి పేరుకోవడం. (3) చంద్రవంక ఆకారంలో పరిభ్రమించుములు మధ్యమధ్య

చిన్నచిన్న వేడికలతో ఏర్పడడం. వీటినంతటినీ కలిపి “అంబెల చంద్రవంకలు” (stepped crescents) అంటారు. వీటిని “మేషపదములు” (sheep-tracks) అని కూడా అంటూఉంటాయి. నిజానికి వీటికీ గొత్తల (మేషముల) కూ సంబంధం ఏమీ లేదు.

### భూమిగతజలముయొక్క రసాయనకార్యము

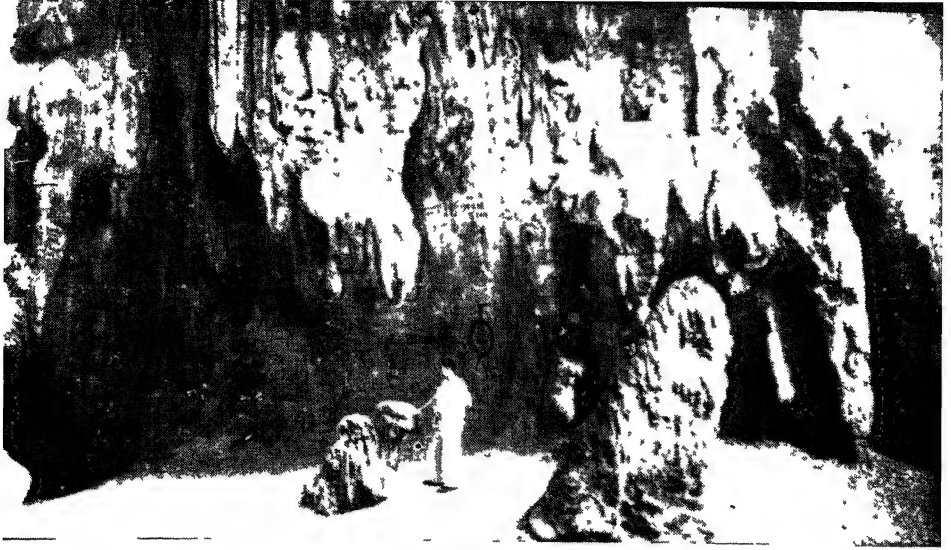
స్వచ్ఛమైన నీరు మందద్రావకమేగాని (poor solvent) దానిలో కొన్ని ప్రత్యేకించువులు కరిగితే (ముఖ్యంగా కార్బన్ డైఆక్సైడు) ఆ నీరు క్రియాశీల ద్రావకం (active solvent) గా మారి, సున్నివుహాళునూ, తదితర శిలలనూ కరిగించే శక్తిగలది అవుతుంది. ఈ కారణంచేతనే బుగ్గల, నూతుల, గనులలోని నీటిలో ఎన్నోరకాల ధనికాలు కరిగిఉంటాయి. నీరు నేల అడుగున ప్రవహించే టప్పుడు కార్బియం కార్బనేటు, కార్బియం సల్ఫేటు మరికొన్ని ఇతర లవణాలు కరగడంవల్ల నూతులలోనూ, బుగ్గలలోనూ ఉండే “కఠోరజలం” (hard water) ఏర్పడుతుంది.

భూమిలోనుండి నీరు పైకివచ్చేటప్పుడు చల్లబడడంవల్లనూ, కరిగిఉన్న వాయువులు బయటికిపోవడంవల్లనూ నీటికి ద్రావకశక్తి (solvent power) తగ్గి నీటిలో కరిగిఉన్న ఖనిజముల నిక్షేపణం జరుగుతుంది. పరివహనసమయములో వత్తిడి తగ్గడంవల్లనూ, ప్రవహించే దారిలోగల ఇతర ద్రవములతోనూ, ద్రవ్యములతోనూ రియాక్షన్ (reaction) జరగడంవల్లనూకూడా నిక్షేపణం జరుగ వచ్చు. కాలైసేటు, క్వార్ట్జ్ ఈ కారణంగానే పిరలవలె భూమిగతజలంనుంచి సందులవద్ద, పగుళ్ళవద్ద ఏర్పడతాయి. పర్వతజననసమయంలో (orogenesis) సిలికామయద్రావణములు శిలల పగుళ్ళలోనుంచి బలవంతంగా బయటికి గెంటి వేయబడినప్పుడు క్రమవిహీనమైన క్వార్ట్జ్ పిరలు ఏర్పడుతాయి. ఇవి స్వల్ప పరిశీలనలోనూ, ప్రాంతీయకాయంతరణప్రదేశాలలోనూ నిక్షిప్తములు అయి కనిపిస్తాయి. ఖనిజసిరలు ముఖ్యంగా విలువైన ధాతకములు (ores) గలవి— ఈ విధమైన భూమిగతజలంవల్ల ఏర్పడవు. మైగ్మజనంబంధమైన నిర్గమములు (emanations of juvenile origin) విడుదలచేసిన వేడిమివల్లనూ, రసాయనిక క్రియాశీలవాయువులవల్లనూ ఉష్ణజలీయద్రావణములు వీటిని నిక్షిప్తంచేస్తాయి.

భూమిగతజలముయొక్క ద్రావకక్రియాపలితంగా, ముఖ్యంగా సున్నపురాళ్లగల ప్రదేశాలలో గుహలు, కందరములు (caverns) ఏర్పడుతాయి. సంచితలముల గుండానూ, స్తరతలములగుండానూ, రాళ్ళల్లోని పగుళ్ళగుండానూ భూమిగతజలం ప్రవించి, కరిగేరాళ్ళను కరిగించి, వంకరటింకర ఆకారములలో గుహలను తయారుచేస్తుంది. కొన్ని విశాలమైన వసారాలలా ఉంటాయి. మరికొన్ని శాఖోప శాఖలుగా అల్లిబిల్లిగా అల్లుకుని ఉంటాయి కొన్ని గుహలలో, మడుగులలో నీరు నిలువఉంటుంది. మరికొన్నిటిలో ప్రవాహోదకం ఉంటుంది. భూమి ఉపరితలం మీదికి తెరుచుకుని ఉన్న గుహాద్వారాన్ని “అవతరణరంధ్రం” (sink hole or swallow hole) అంటారు.

గుహల పైకప్పులనుంచి ప్రవించే నీరు కాల్షియం కార్బనేటు నిక్షేపించి, స్టేలక్టైటులను (అవకైలములు) స్టేలగ్నైటులను (ఉత్కైలములు) ఏర్పరుస్తుంది. (16 వ చిత్రపటము). నీరు పైకప్పునుంచి చుక్కలుగాపడేటప్పుడు ఆవిరియై, కరిగిఉన్న వాయువులు బయటికిపోయి నిక్షేపణం జరుగుతుంది. గుహల పైకప్పుల నుంచి నిలువుగా కిందికి వేలాడే సన్ననిస్తంభాలను ‘స్టేలక్టైటు’ లు అంటారు. కిందపడ్డ నీటిబిందువులు ఆవిరియైపోగా కిందినుంచి పైకి నిలువుగా పెరిగే స్తంభాలను ‘స్టేలగ్నైటు’ లు అంటారు. ఒక్కొక్కప్పుడు స్టేలక్టైటులు, స్టేలగ్నైటులూ కలుసుకునిపోయి ఏకస్తంభాలుగా ఏర్పడుతాయి.

సున్నపురాళ్లన్న ప్రదేశాలలో భూమిలోపలా, పైనా ఉండే నీటియొక్క ద్రావకక్రియవల్ల అసాధారణమైన స్థలాకృతి ఏర్పడుతుంది. రేఖితమైన (etched) ఉపరితలములు ద్రావణాలవల్లనూ, పైకప్పులు కూలడంవల్లనూ ఏర్పడ్డ గోతులతోనూ, సందుగొందులు చిన్నచిన్న లోయలుకలిగి, ఉపరితలప్రవాహాలకు బదులు, భూమిలోపల డ్రెయినేజీ కలిగి, చిత్రమైన స్థలాకృతి కనబడుతుంది. దీనిని ‘కార్స్ టాపోగ్రఫీ’ స్థలాకృతి (karst topography) అంటారు. అడ్రియాటిక్ సముద్రపు తీరాన కార్స్ టాప్ పీర్ భూమిలో ఇటువంటి స్థలాకృతి ఉండడంవల్ల ఈ పేరు వచ్చింది.



చిత్రపటము 16—మలేషియాలోని కొలాలంపూరుదగ్గర నున్న స్టేలైటైటులు, స్టేలైటైటులు  
(128 వ పేజీ చూడు) (ఫోటో సి. ఎన్. విచ్చముత్తు)

చిత్రపటము 17—గుండ్రాతి పట్టి చరమ హిమోధము. గోముఖంవెళ్లే దారిలో గంగోత్రికి 3 కి మీ  
దూరంలో ఉంది (132 వ పేజీ చూడు) (ఫోటో జి వి రావు)



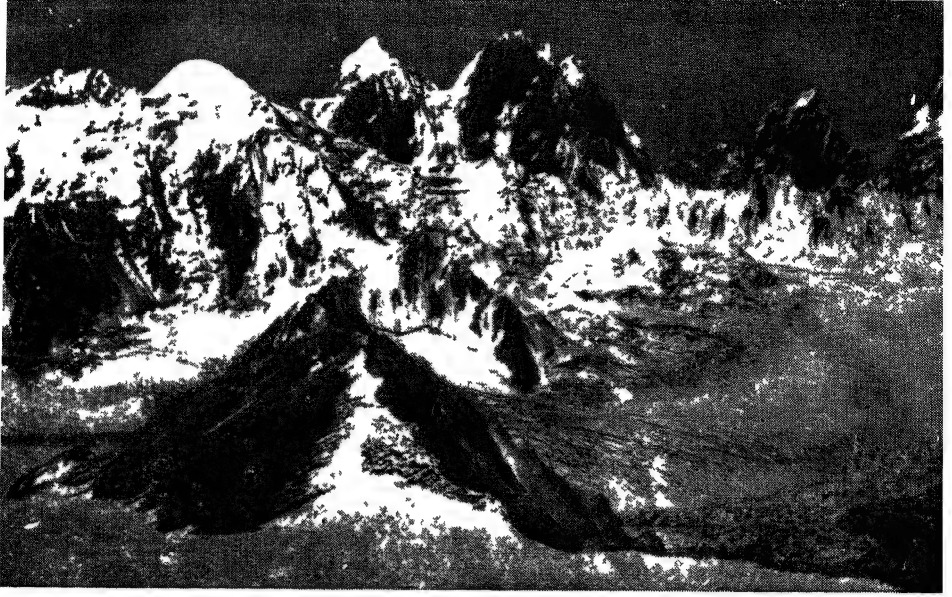




చిత్రపటము 18—౮-ఆకారపు లోయ. ఇది అల్పనందయొక్క ఉత్పత్తిస్థానానికి దగ్గరలో ఉంది  
 థాగ్గీరఫీ భారత్ ముఖంనుంచి, సరోవంత్ హిమనదినుంచి ఇది పరిపోషితం అవుతుంది  
 (133 వ పేజీ చూడ)

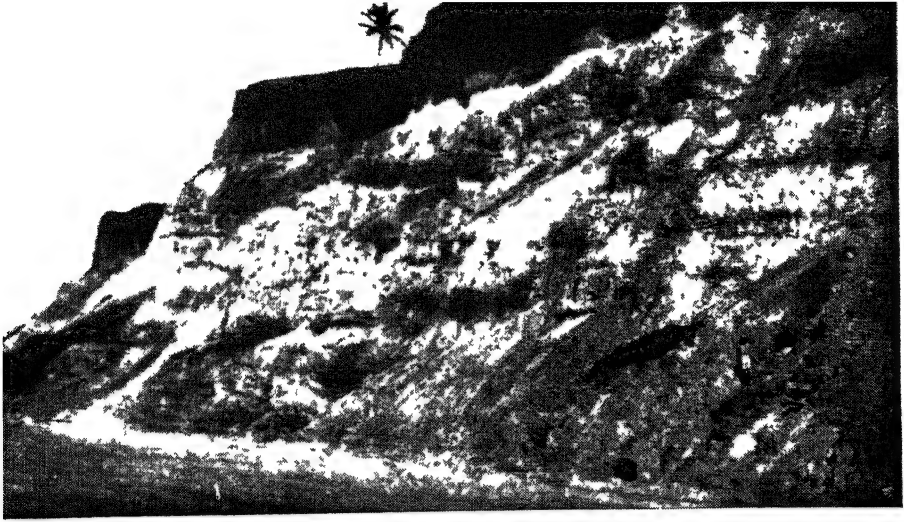
చిత్రపటము 20—లోనార్ సరస్సు మహారాష్ట్రంలో బెరార్ దగ్గర ఉంది ఇది





చిత్రపటము 19—ఎత్తైన సూదులవంటి నిట్రపుపార్శ్వములుగల పిరమిడ్ ఆకారపు శిఖరములు (శృంగములు) హిమనదీ అవంధినానికి ఇది విశిష్టమైనవి హిమాలయాలో ఉన్నాయి ఇవి దూరంలో నొటాండే సౌఖ్యంతో హిమనది కనిపిస్తోంది (134 వ పేజీ చూడు) (పోప్ జె బి ఆడెన్)  
 క్రేటర్ నరస్సు అని భావించబడుతోంది. (140 వ పేజీ చూడు)





చిత్రపటము 21—నాగరిభృగువులు ఇవి తృతీయయుగ అవసాదీయ స్తరనిర్మితములు వీటి శిఖరంమీద కనిపించిన లేటరైటు పొర ఉంది ఇది కేరళరాష్ట్రంలోని వర్కళాలోనిది (158 వ పేజీ చూడు) (ఫోటో సి. ఎస్. విచ్చముత్తు)



చిత్రపటము 22—పవనపరదనముచేత, అనడకనముచేత అడగున కోయ ఒడిన గ్రైనైటు శిలాఖండము ఇది మైసూరు రాష్ట్రంలోని గజాచార్ పూర్లో ఉంది. (170 వ పేజీ చూడు) (ఫోటో సి. ఎస్. విచ్చముత్తు)

పదునాలుగవ ప్రకరణము

## హిమనదులు - వాటి ప్రభావము

### హిమ సమూహముల ఉత్పత్తి

ప్రస్తుతం భూభాగములో 10% మంచుచే కప్పబడి ఉంది. ఈ మంచులో ముఖ్య భాగం ధ్రువములదగ్గర - ఆర్కిటిక్, అంటార్కిటిక్ ప్రాంతాలలో ఉంది. కొంత భాగం సమశీతోష్ణమండలంలోనూ, అఖికి ఉష్ణమండలంలోకూడా ఉన్నతపర్వతాగ్రాలమీద ఉంది.

హిమనది (glacier) అంటే గురుత్వాకర్షణవల్ల మెల్లగా పల్లానికి కదిలే హిమ సమూహం అని అర్థం. హిమనదులు హిమక్షేత్రాలలో పుడుతాయి. వేసవిలో కరిగిపోయే మంచుకన్న, శీతాకాలంలోపడే మంచు అధికంగాఉండి ఈ హిమక్షేత్రాలలో మంచు సర్వదా కనిపిస్తుంది. విపరీతమైన హిమవర్షము, వేసవిలో కొద్దిగా నూనడమే మంచు కరిగిపోతూ ఉండడము తద్వారా అనేక సంవత్సరాలపాటు మంచు పేరుకోవడమూ - ఇవి హిమనదులు ఏర్పడడానికి అనువైన పరిస్థితులు.

వేసవిలో మంచు ఏమట్టమువరకూ కరుగుతుందో దానిని హిమరేఖ (snow-line) అంటారు. ఉన్నతఅక్షాంశములవద్ద ఏ ఎత్తులోనైనా సరే, లేదా ఏ అక్షాంశము వద్దనైనా సరే తగినంత ఎత్తులో హిమరేఖ ఉండవచ్చు. ఇండియాలో హిమాలయాల మీద ఎల్లప్పుడూ మంచు ఉంటుంది. కాని హిమరేఖ ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడం కష్టం. ఏమంటే ఆడెన్సిద్ధాంతం ప్రకారం ఎల్లప్పుడూ మంచు ఉండే ప్రదేశమూ, వీటి ఎల్లలు వేరువేరుగా ఉండక ఒకదానితో ఒకటి కలిసిపోతూ ఉంటాయి.

ప్రస్తుతం హిమనదులు ఉన్నతపర్వతశిఖరాలమీదగానీ, ఉన్నతఅక్షాంశములలో తక్కువ ఎత్తులోనేగానీ కనబడుతున్నాయి. లోయల పైభాగాలలో పుట్టిన హిమనదులు నెమ్మదిగా కిందికి నాలుకలుగా సాగుతున్నాయి. ఉష్ణోగ్రత పెరిగి మంచుకరిగే స్థితికివస్తే, బురదనీరు నెమ్మదిగా ప్రవహించడం మొదలుపెడుతుంది. అదే ఒకనదికి జన్మస్థానం కావచ్చు. ఈ విధంగా భాగీరథీనదియొక్క ఉత్పత్తి స్థానం గోముఖ హిమకందరంలో ఉంది. కేదారనాథ శిఖరం వెనుక హిమాలయాలలో గంగోత్రి అనబడే నదీముఖం ఇక్కడే ఉంది.



వివిధ హిమనదులు చలనవేగం వివిధంగా ఉంటుంది. ఒకే హిమనదియొక్క చలనవేగము ఋతువునుబట్టి మారుతుంది. హిమనదియొక్క మధ్యభాగంలోనూ, ప్రాంతంలోనూ గల ఘర్షణ బలముగు పొరలోని ఘర్షణకన్న తక్కువకావడంచేత ప్రాంతాలు వేగంగా కదిలుతాయి. హిమనదులు ఆపారమైన భగ్నబాహుప్రవ్యాన్ని మెదులుపోతాయి. రాకొని దుగా ఈ హిమనదులు జారిపోతూ ఉంటాయి. దీనికి విషయంగా గున్నగా పేరుగెక్కిన శిలాశలములు, హిమనదీప్రవాహాదిశకు సహజము. నరుకలూ కనిపిస్తాయి. ఇచ్చివా - అవలె హిమనదులు అడ్డంగా పున్నచోటను పులుసుపెంపా, ఆడ్డుపచ్చినవాటిని ఆరగదీసి చదురుచేసివేస్తాయి. కనుకనే హిమనదులు ప్రవహించిన చోయల పక్కగోడలు నున్నగా, కోణాలు ఒంగిపోయి పడతాయి. హిమనదుల ప్రత్యేకత ఎమిటంటే, అవి బండరాళ్ళను పల్లంనుండి ఎత్తుకొని వా వొడ్లిస్తాయి.

హిమనదిలన్ని లోయలకు అడ్డుపడి సరస్సులు ఏర్పడవచ్చు. అటువంటి ముంపు అనెకడ్డు కొర్రాడ్డుగా విచ్చిపోతే ల సరస్సులోని నీరు అంతా ఆతిత్వరితంగా బయటికి పారివచ్చి ప్రమాదకరమైన వరదలకు కారణమవుతుంది. సింధునదికివచ్చే అనేకమైన వరదలకు కారణం షోక్ లోయ (hyok valley) కు అడ్డుపడే చోంగ్ కుండన్ అనే హిమనది బీటలువారుతూ ఉండడమే.

పగుళ్లు, నెరియలు అనేకంగా ఉండడం హిమనదుల ముఖ్యలక్షణం. వీటిని ట్రాన్సెర్స్ (పంగము) అంటారు. మంచువలక సాగతీయబడడంవల్ల ఈ బీటలు ఏర్పడితాయి. హిమనదులు ప్రవహిస్తున్న ప్రదేశం కుంభాకారంలో ఉంటే అన్వర్తతభంగములు (transverse crevasses) ఏర్పడుతాయి. హిమనదిలో మధ్య భాగం అధికవేగంగా కదలడంవల్ల ఒత్తిడి, వరపిడి (stresses and strains) పార్శ్వభాగములలో కలిగి, నేమంతభంగములు (marginal crevasses) ఏర్పడుతాయి. హిమనది పార్శ్వవిస్తరణచెందితే (spread laterally) ప్రవాహాదిశకు ఇంచుమించు సమాంతరంగా అనులంబ భంగములు (longitudinal crevasses) ఏర్పడుతాయి. హిమనదిలో మంచు స్థూలమైన పొరలుగా కనిపిస్తుంది. దీనికి కారణం, హిమవర్షములు అనేకంగా పడడమూ, వాటిమధ్య తరుచు బురద చేరడమూనూ.

## హిమనదీసంవహనము

సన్నని ఇసుకదగ్గరనుంచి పెద్దపెద్ద బండరాళ్ళవరకూ రకరకాల పరిమాణాలలో భగ్నలీలాద్రవ్యాన్ని హిమనదులు ఈడ్చుకువస్తాయి ఈ ద్రవ్యం మంచుకి పైభాగంలోగానీ, మధ్యలోగానీ, అట్టడుగునగానీ ఉండవచ్చు. హిమనది సేకరించి మోసుకువచ్చి, నిక్షేపించిన ఈ ద్రవ్యాన్ని మెరేస్ లేక హిమోథము అంటారు. హిమనదుల పక్కలని పొడుగ్గా పీలికల్లాగ కదలే ద్రవ్యాన్ని నీపంశ హిమోథము (*marginal moraine*) లేక పార్శ్వ హిమోథము (*lateral moraine*) అంటారు. హిమనదీప్రవాహం పక్కలనున్న రాతిగోడలనుంచి సంగ్రహించిన ద్రవ్యం పక్కలకు చేరుకుంటుంది పక్కపక్క లోయలనుంచి వస్తున్న హిమనదులు రెండు కలుసుకుంటే రెండింటి అంతర్ హిమోథములూ కలుసుకుని, ఉపరితలంమీద మధ్య హిమోథం (*medial moraine*) ఏర్పడుతుంది అనేక హిమనదులు కలుసుకుని ఒకే హిమనదిగా ఏర్పడినప్పుడు దానిమీద అనేక మధ్యస్థ హిమోథములు కనిపిస్తాయి. హిమనది కరుగుతున్నప్పుడూ, ప్రత్యావర్తనం (*retreat*) చేస్తున్నప్పుడూ భగ్నలీలాద్రవ్యం పరికలలాగ క్రిందిభాగంలో నిక్షిప్తం అయితే దానిని తలస్థ హిమోథం (*ground moraine*) అంటారు దానిలో సూక్ష్మమైన ద్రవ్యముగాని, గులకరాళ్లుగాని, గోళాకృతి గాని కలిసిఉంటే దానిని గోళాకృతిక (*boulder clay*) అంటారు (17 వ చిత్రపటం) గులక రాళ్లు, బండరాళ్లూ స్తరశీలలకేసి రాయబడి నునుపుదేరి ఉంటాయి. హిమనది తీసుకువస్తున్న భగ్నలీలాద్రవ్యం అడుగుకి చేరుకుని అక్కడ మంచుకరిగినప్పుడు వదిలివేయబడుతుంది. హిమాగ్రము (*ice front*) కొంతసేపు సాపేక్ష్యంగా స్థిరంగా ఉన్నచోట చాపాకారంలో (*arcuate*) రిడ్జిలా ఏర్పడుతుంది. దీనిని అగ్ర హిమోథము (*terminal moraine*) లేక అవయాన హిమోథము (*recessional moraine*) అంటారు.

## హిమనదీ అపరదసము

కేవలం మంచుమాత్రమే అయితే యాంత్రిక అపఘర్షణం (*abrasion*) న్వలంగానే జరుగుతుంది. కాని ప్రవాహోదకము, మంచు కలిస్తే అందులో

రాళ్లు, రప్పయికూడా ఉంటే, అవి కోతపనిముట్లలా పనిచేసి, బహుకరినమైన నీలలనుకూడా ఆరగదీసివేస్తాయి. మంచులో ఇరుక్కునిఉన్న ఈ రాతిముక్కల సహాయంతో హిమనది తనదారిలో వదులుగాఉన్న వస్తువులనన్నింటినీ తొలగించి కోవాలన్న కఠిననీలలను ఆరగదీస్తుంది. హిమనదీఅపఘర్షణకు గురిఅయిన తలములు నున్నగానూ, మధ్యమధ్య గదులతోనూ, తిన్నని నరుకులతోనూ వడిస్తాయి. అటువంటి గీతలనూ, నరుకులనూ హిమనదీయరేఖాంశములు (glaciated str) అంటారు. అటువంటి లక్షణాలు కలిగిన రాళ్లు కనిపిస్తే ప్రదేశంలో పూర్వం హిమనది ప్రవహించిందనీ, ఆ గీతలనుబట్టి ఆ దిశలో ప్రవాహం కదిలిందనీ తెలుసుకోవచ్చు. ఈ విధమైన యాంత్రికఅపఘర్షణంవల్ల హిమనదులు తాము ప్రవహించే రోయల తలములనూ, పార్శ్వములనూ నునుపు చేసి V - ఆకారంలో వంకిరబింకరలుగాఉన్న రోయలను క్రమంగా వికాలమైన తిన్నని U - ఆకారపు రోయలుగా మారుస్తాయి (18 వ చిత్రపటం). హిమనది రాళ్లు, నీలను రోయడమేకాక దానిదక్కలను ముఖ్యంగా కిందివైపుకి ఆరగదీయడం చేసి కాలువలు ఆ పడంగా రోయ రోతుగానూ, పక్కలు నిట్రంగానూ, నేల వికాలంగానూ అవుతుంది. రోయలోని రెండువైపులనుంచి పొడుచుకువచ్చిన కి బాలను కోసివేయడంవ్వారా రోయ తిన్నగా అవుతుంది. సంధితలములవల్ల ఇంతకుముందే వదులువదులుగాఉన్న రాళ్ళను శిలాస్తరములనుంచి పీకి, తొలిగించి ముందుకు గెంటుకుపోవడంవ్వారా హిమనదీ ఆవరదనం జరుగుతుంది. ఈ ప్రక్రియను - గ్లాషియల్ (glacial) అంటారు. ఎదరకు కోసుకుపోగలగడం హిమనదుల ప్రత్యేకలక్షణం. హిమనదీకృతమైన (glaciated) రోయలన్నింటికీ పురోభాగంలో అంచెలంచెలు వాలుగానున్నాయి ("ఎంపీ-థియేటర్") వంటి సన్నుప్రదేశాలు ఉంటాయి. వీటిని "హిమన గహ్వరములు" లేక "సర్క్యులు" (cirques) అంటారు. సర్క్యుల గోడలు బహునిట్రంగానూ, నేల చదునుగానూ, తిన్నగానూ ఉంటాయి. సర్క్యులలో 30, 40 మీ. లోతైన సరోద్రోణులు ఉండవచ్చు.

పక్కపక్కలనున్న రెండు సర్క్యులు ఒకదానిలోకి ఒకటి పెరిగి, ఆఖరికి వాటి మధ్య నిట్రమైన రంపపు పన్నువంటి రిడ్జి మిగులుతుంది. అటువంటి రిడ్జిని



“అరేల్” లేక “గ్రేట్” (arete) అంటారు. సర్క్ అపరదనం వివిధవిశాలలో జరగడంవల్ల ఉన్నతమైన ప్రదేశం తరిగిపోయి మధ్యలో ఒకశిఖరమూ చుట్టూ సూర్యకిరణాలు విస్తరించినట్లుగా “రేడియల్” (radial) గా అరేట్లు మిగులుతాయి. మూడువన్నీ అంతరిస్తూ అధికసంఖ్యలోగా హిమనదులు అభివృద్ధిగా కోయడం మొదలుపెడితే, ఆఖరికి వాటి సర్క్లు ఇంచుమించుగా కలుసుకుని, అరేట్లకూడా అరిగిపోయి, నిట్రమైన అంచులు సూదిలాంటి శిఖరమూ కరిగిన “పిర్ పిచ్” శంఖు ఆకారాలు మిగులుతాయి వీటిని శృంగములు (roams) అంటారు. పూర్వం అక్కడ ఏలైన ప్రదేశం ఉండేదనడానికి అవే గుర్తులు (19 వ చిత్రపటం).

నడులపే కోయబడిన ఉపలోయలు ముఖ్యమైన లోయను ఇంచుమించు ఒకే మట్టంలో కలుసుకుంటాయి. హిమనదులచే కోయబడిన ఉపలోయలమాత్రం అసంగమములు (discordant) గా ఉంటాయి. అంటే ఇవి ముఖ్యలోయను వైమట్టంలో కలుసుకుంటాయి. కనుక వీటిని ప్రపాతపు లోయలు అంటారు దీనికి కారణం ఉపలోయలక్రింది చివరలు హిమనదీ అపరదనంవల్ల పూర్తిగా కోపివేయబడడమే.

మునిగిపోయిన హిమనదీకృతలోయలను “ఫియోర్డులు” (fjords) అంటారు. ఇంచుమించు తిన్నగా పొడుగ్గా ఉన్న ఈ లోయలు ప్రస్తుతం ఉష్ణనీటిలో నిండి ఉన్నాయి. కాని ఒకప్పుడు అవి హిమనదులచే ఏర్పడ్డవే ననడానికి గుర్తుగా వాటి పక్కగోడలు నిట్టనిలువుగానూ, నున్నగానూ ఉన్నాయి ప్రపాతపులోయలు, తదితర స్థలాకృతీలక్షణాలు ఉన్నాయి.

### హిమనదీ నిక్షేపణం

హిమనదీ అపయాన (retreat) సమయంలో అది మోసుకుపోతున్న ద్రవ్యం వెనుక వదిలిపెట్టబడుతుంది. దీనిని “అపోథము” (drift) అంటారు. గోళాకృతిక లేక “బల్” (boulder clay or till) అనేది అతిసాధారణమైన అపోథం. ఈ అపోథం ఒక్కొక్కప్పుడు పురాతన హిమఫలకములచేత అండాకారంలో దిమ్మలు దిమ్మలుగా నొక్కబడుతుంది. వీటిని “డ్రమ్ లిన్లు” (drumlins)

అంటారు. ఇవి సాధారణంగా హిమప్రవాహానికిలో సాగదీయబడిఉంటాయి. అవి తరుచు అర కిలోమీటరునుంచి ఒక కిలోమీటరువరకూ పొడవులు కలిగిఉంటాయి.

ఆ ప్రదేశానికి సంబంధించిన బండరాళ్లు చిందరవందరగా పడిఉండడం అనేది హిమనదీకృతప్రదేశాం స్రవ్యేకలక్షణం బహుమూలస్థ దృక్కంశములనుంచి హిమనదిదే మోసుకురాబడిన ఈ కఠినఘోలములు "అనియతములు" (erratics) అంటారు కొన్ని అనియతములు మాతృస్థానమునుంచి కొద్దిదూరం మాత్రమే (కొద్ది కిలోమీటర్లు మాత్రమే) మోసుకురాబడి ఉంటాయి. కొన్ని అనేకవందల కిలోమీటర్లదూరం జరుపబడి ఉంటాయి అనియతములు సాధారణంగా హిమ ఆవరణితప్రదేశాలమీద నిలిచిఉంటాయి. కొన్ని అస్థిరస్థితి (precious position) లో నిలిచిఉంటాయి వీటిని "దృఢకశిలబండములు" (perched blocks) అంటారు ఆ ప్రదేశంలో హిమనదీకరణం జరిగినదనడానికి ఇవి గుర్తులు.

### వారతదేశంలోని హిమనదులు

హిమనదులు ఉత్తరముఉత్తరదేశం కన్నడంవలె హిమనదులు ఎత్తైన హిమవత్సర్వత శిఖరాలమీద మాత్రమే ఎర్పడుతాయి. హిమాలయాలలో హిమవేళ 4000-6000 మీటర్లు మధ్యలో ఉంటుంది. ధ్రువప్రాంతాలు మినహాయిస్తే మంచుచే కప్పబడ్డ ప్రదేశం ఎక్కువగా ఉన్నది ఇండియామే ప్రపంచంలోకెల్లా పెద్ద హిమనదులు హిమాలయాల నే ఉన్నాయి. "హిమాల" (himal) అనబడే హిమక్షేత్రాలు 40,00 చ. కి. మీ ప్రదేశంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. గంగ, యమున, గంజక్ వంటి పెద్దనదులను పరిపోషిస్తున్నాయి. కాశ్మీరులోని కారకోరం హిమాలయంలో ఇండియాలోకెల్లా పెద్ద హిమనదులు నాలుగు ఉన్నాయి. అవి సైచెన్ (70 కి.మీ.), బల్తోర్ (60 కి. మీ.), బయాఫో (60 కి. మీ.), హిస్సార్ (62 కి. మీ.), అనేవి. ఈ హిమనదులలో చాలాభాగం వేగవంతమైన ఉపరితలనదులను, మధ్య హిమోధములను కలిగిఉన్నాయి. ఉదాహరణకి సైచెన్లో వన్నెండు మధ్యస్థ హిమోధములు ఉన్నాయి.

### హిమయుగములు

ప్రపంచంలోని అనేకప్రదేశాలలో పురాతన హిమనదీకరణచిహ్నాలు ఉన్నాయి. ఈ చిహ్నాలలో ముఖ్యమైనవి అరగదీయబడి తిన్నగాలయిన స్తరశిలాతలములు.

అపోధనంచయనము, గోళాకృత్యుత్పత్తి, హిమోదవుర్జిస్తూ. ప్రస్తుతకాలంలో యొక్క చూడదేశంలో పదోవంతు ప్రాంతముచేత కప్పబడిఉంది. కాని అఖిమాతన (Flistocene) యుగంలో ఈ నిష్పత్తి సుమారు  $\frac{1}{3}$  వరకూ ఉండేది. హిమ షుభాభియాన అనయానములు ఒక్కసారిమాత్రమే జరుగలేదనీ అధిమనక్షం నాడుగుసారులైనా హిమనదీప్రకం పునఃపునరావృత్తమైనదనీ తెలుస్తోంది. ప్రతి హిమనదీయుగం లోనూ షుభాభియాన హిమఫలకములు ఉండేవి. పెద్దదనాన్ని కాంక్షించే జంతువృక్షజీవీవులు నివసించిన ఈ మధ్యయుగములను అంతర హిమనదీయ అవస్థలు (interglacial stages) అంటారు.

హిమనదీయ, అంతరహిమనదీయ అవస్థలు కలిసి హిమయుగం (ice age) అవుతుంది. మనం ఇంకా సంపూర్ణికాని హిమయుగంలో నివసిస్తున్నాము. దీనిని చతుర్థిక హిమయుగం (quaternary ice age) అంటారు. భవిష్యత్తులో ఇప్పటికిన్ను పెచ్చిగా ఉంటుందో చల్లగా ఉంటుందో ఖచ్చితంగా తెలియదు. శీతోష్ణస్థితి ఇంకా పెచ్చిగా అయితే మంచి కిరణి ప్రసరించు అంతటా రేపుపట్టణాలు, పెల్లపెహములు మునిగిపోతాయి. ఇంకా మంచు పెరిగితే ప్రస్తుతం బాగా అభివృద్ధి చెందిన ప్రదేశాలనుంచి మానవుడు పారిపోనలసి వస్తుంది.

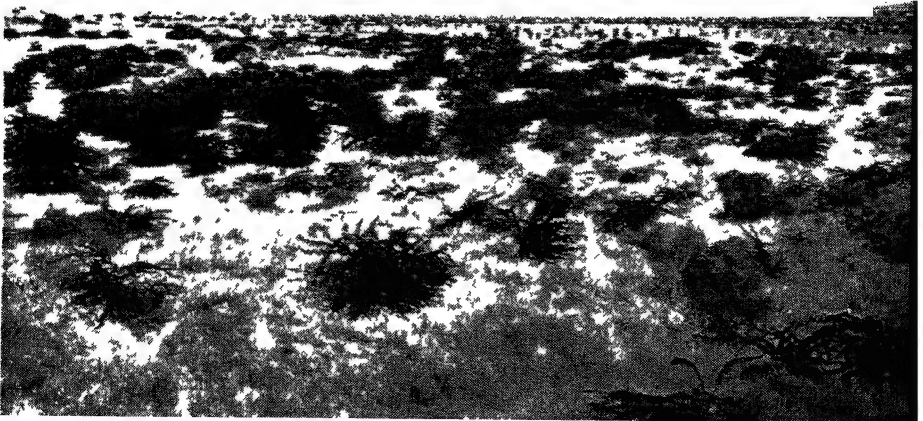
భారతదేశంలోని మనకు ప్రధానమైన అంశం డెర్మో-కార్పస్ మెన్ ముఖయుగంలో హిమఫలకముల పురోగమనం. 13వో లోనే "జియోలాజిల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా" లో పనిచేస్తున్న బ్లాండ్ ఫోర్డ్ అనే ఒక ఆఫీసరు ఒరిస్సా లోని తర్చీర్ వద్ద పూర్వకార్పానిఫెస్ యుగానికి సంబంధించిన ఒక భగ్గుశిలా స్తరమును కనుక్కున్నాడు. ఉత్తర అమెరికా, యూరపు, ఆసియాలో కొంత భాగము ఎడారిశీతోష్ణస్థితి లేదా ఉష్ణమండలశీతోష్ణస్థితి కలిగియున్న కాలంలో గొండ్వానాలాండులో తరుచు హిమనీకరణం పెద్దఎత్తున జరిగినదనడానికి ఆధారాలు దరిమిలా దొరికేయి.

అరిగిపోయి నడకులుపడిన గులకరాళ్లుగల తర్చీర్ భగ్గుశిలా స్తరము పొరలు పొరలుగా ఉన్న స్తరశిలలమీద ఉంది. పూర్వకార్పానిఫెస్ హిమఫలకముల చిహ్నాలు రాజస్థాన్ లోనూ, మధ్యప్రదేశ్ లోనూ కనిపించాయి. బాండాజిల్లాలోని హిమనదీభగ్గుశిలా స్తరములక్రింద ఇటీవలి రోషే మౌటోనే (roches moutonnees)



చిత్రపటము 23—మైసూరు రాష్ట్రంలో కావేరీ నదీతీరంలో టార్కెడువద్దనున్న దేవాలయాన్ని  
కప్పివేయనున్న ఇసుక డ్యూనులు. (172 వ పేజీ చూడు)  
(ఫోటో సి. ఎస్ విద్యముత్తు)

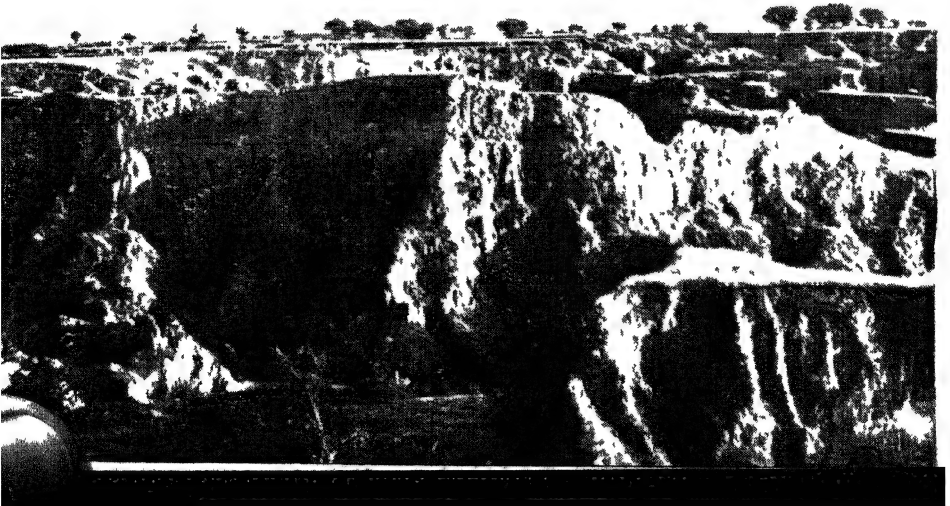
చిత్రపటము 24—అర్బుజరిక ప్రదేశాలకు విశిష్టమైన అక్కడక్కడ మొలిచే పొదలు రాజస్థాన్  
(176 వ పేజీ చూడు)



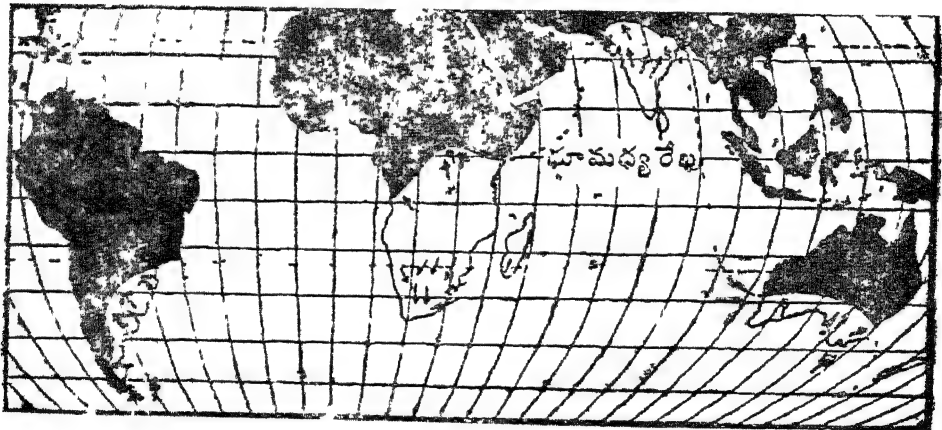


చిత్రపటము 25—రాజస్థాన్ ఎచారిలో కదిలిపోయే ఇసుక ధూమ్రాలు (176 వ పేజీ చూడు)

చిత్రపటము 26—పంజాబులోని లోయెన్ పీఠ భూమిలోని రెవైనాలు (205 వ పేజీ చూడు)



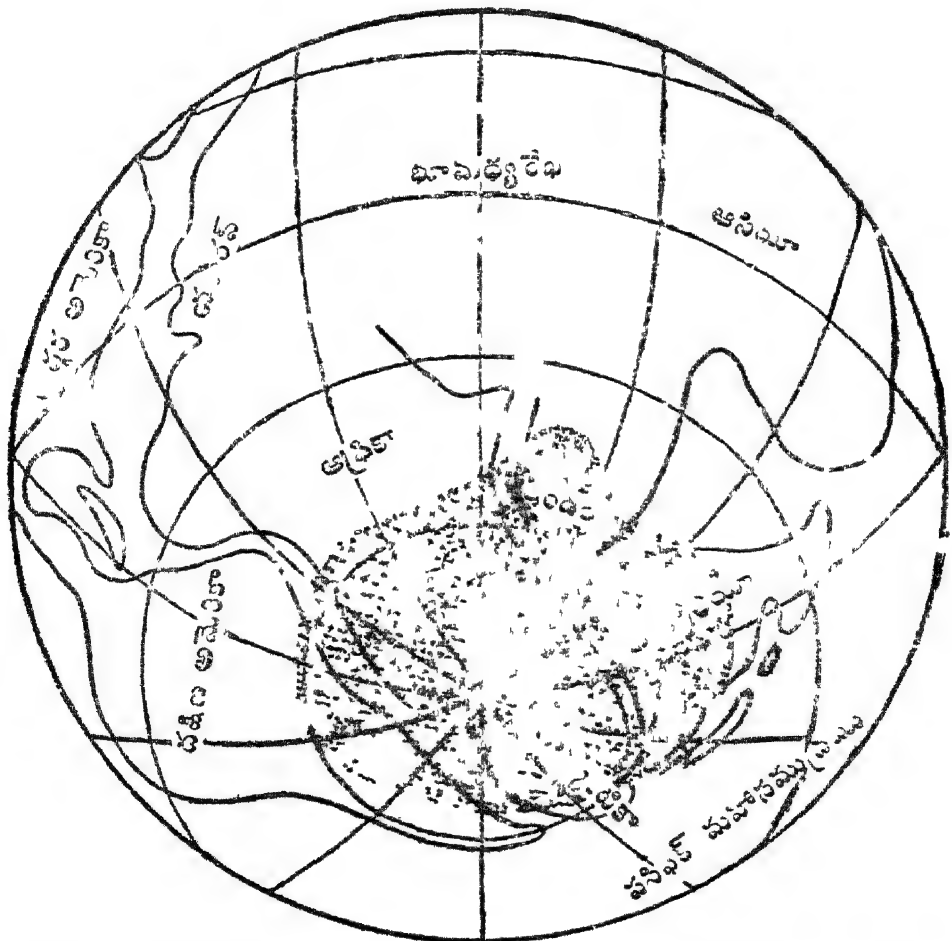
లను పోలిని హిమనదీ ఉపరితలం (glacial pavement) ఒకటి కనబడింది. రాజస్థాన్‌కి సంబంధించిన శిలాఖండములు పంజాబు సాల్ట్‌రేంజిప్రాంతానికి మోసుకురాబడి, అక్కడ బహుశా తేలే మంచుకొండలచేత వదంపెట్టబడి ఉంటాయి. హిమాలయాలకు దగ్గరలో ఆశ్రమం రెండు హిమానీకరణ అవస్థలు టిలైటుల (tillites) చేత నమోదుచేయబడి ఉన్నాయి ఇవి 500 నుంచి 800 మీటర్ల వార్షికు పేల్పు (varved shales=అనువర్తీయత) చేత విభక్తమై ఉన్నాయి. బహుపురాతనమైన టిలైటులకు సంబంధించిన భగ్నశిలాఖండములు రెండవ అవస్థలో సిల్లాదగ్గర ఉన్నాయి. ఆస్సాములోకూడా తల్పీర్ టిలైటును గుర్తించారు భారతదేశంలో హిమవికీరణకేంద్రం (centre of ice dispersal) బాగా దక్షిణానికి ఉంది. దీని చిహ్నాలు వాలాబాగం ఆపరదనంవల్ల చెరిగిపోవడం గాని, చక్రిన్ ట్రాపులకింద మూసుకుపోవడంకాని జరిగింది ప్రస్తుతపు భూమధ్య రేఖకుండి ఉత్తరదిశగా మంచు వికీర్ణం చెందిందని భావించబడుతోంది.



చిత్రము. 10 గ్లోబ్‌లలోని టెక్టోకార్పొనిఫెరస్ హిమనదీకరణములయొక్క ఉత్పత్తి సాక్షాత్తులు అడ్డుగీతలచే చూపబడియున్నవి భూఖండములు వాటియొక్క ప్రస్తుత స్థానములలోనున్నవి మంచుపడే మార్గములు బాణపుగుర్తులతో చూపబడి యున్నవి. (హోమ్స్ రచన)

10 వ చిత్రమునబట్టి భూమధ్యరేఖకు ఇరుప్రక్కలా పూర్వకార్పొనిఫెరస్ మహాయుగానికి సంబంధించిన హిమానీకృతభూములు ఉన్నట్లు తెలుసుకోవచ్చు.

ఖండములు ప్రస్తుతం ఉన్నచోటనే ఉండిఉంటే దీనిని సమర్థించడం సాధ్యం కాదు. గొండ్వానాలాండులోని ఖండములు అన్నీ పూర్వకార్యానిఫెరస్ మహాయుగంలో 11 వ విశ్రవటములో చూపిన ఐర్లండ్ కలిసిగట్టుగా దగ్గర దగ్గరగా ఉంటేనే ఇవి సాక్షం అవుతుంది ఈ స్థితిలో భూమధ్యరేఖ ఎక్కడ ఉన్నదో గమనించవచ్చు.



చిత్రము-11 గొండ్వానాలాండ్ లోని పెర్మో-కార్యానిఫెరస్ హిమనదులయొక్క భాగములు (చుక్కలప్రదేశము) భూమధ్యరేఖ యొక్క ఉన్నదో గమనించవచ్చు. (హోమ్స్ రివ్యూ)

## సరస్సులు - చిత్తడిసేలలు

అంతర్జాతీయజలస్థానాన్ని (హబాగంరో ఒకచోట నీరు నిలకడగావున్న ప్రాంతమును) సరస్సు అంటారు. సరస్సులలో నుంచినీరుచాని, ఉప్పునీరుకాని ఉండవచ్చు. కాని నుంచినీటి సరస్సులే అధికం. అన్నిరకాల స్వభావకృతికలక్షణాలుగల సరస్సులు విస్తారంగా కనిపిస్తాయి. ఎందుకంటే, కవి ఏ అక్షంశంలోనైనా, ఎంత ఎత్తులోనైనా కానవస్తున్నాయి. టిటికాకాసరస్సు (1000 చ. కి. మీ.) దక్షిణఅమెరికాలో 4300 మీటర్ల ఎత్తున ఉంది. పాలస్తీనాలోని మృతసరస్సు సముద్రతలానికి 415 మీ. ఎత్తున ఉంది. సరస్సుల రోతు కొద్దిమీటర్ల నుంచి దాన్నివలెనూ మీటర్ల వరకూ ఉండవచ్చు. నైఋత్యంలోని బైకాల్ సరస్సు అన్నింటికన్న చాలైకది (1870 మీ.) ఇండియాలో సరస్సులు స్వల్పంగానే ఉన్నాయి. అందులో చెప్పుకోవగలగంత పెద్దవి అంతగా కానరావు.

సరస్సులలో చాలాభాగం ఆశుకి సముద్రంలోపడే నదీవ్యవస్థలో ఒకభాగంగా ఉన్నాయి. కనుక వాటిని నిర్గమమార్గాలు (outlets) ఉన్నాయి. కాని అంతరస్థమైన డ్రైయనేజీ కలిగిన ప్రదేశాలలోని సరస్సులకు నిర్గమమార్గంలేదు ఇటువంటివి ఉప్పునీటి సరస్సులు ఈ సరస్సులలో అందులోనికి ప్రవహించే నదుల యాంత్రిక భారమే కాక ద్రావణభారంకూడా సంచితం అవుతుంది.

సరస్సులు ఏర్పడడానికి రెండు పరిస్థితులుండాలి. అవి నీరు నిలువఉండడానికి ఒకద్రోణి. ఆ ద్రోణిని పూర్తిగాగానీ, కొంతవరకూగానీ వింపడానికి నీటిసరఫరా సరస్సుల ద్రోణులు అనేకవిధాలుగా ఏర్పడుతాయి.

### సరస్సుల పుట్టుక

భూపృష్ఠవలనములచే ఏర్పడ్డ సరస్సులు : భ్రంశంవల్ల భూపృష్ఠంలో కొంత ముక్క మిగిలిన ప్రదేశానికి సాపేక్షంగా పైకిలేవడంగానీ, కిందికి దిగిబడడంగానీ జరుగుతుంది. అప్పుడు దొన్నెలాంటి ద్రోణి ఏర్పడి నీటితో నిండుతుంది. భ్రంశ



సంభవమైన ద్రోణికి చక్కని ఉదాహరణ పాలస్తీనాలోని జోర్డాన్ లోయ. అందులోనే మృతసరస్సు ఉంది విభేదీవలనములవల్ల (differential movements) ధూప్యప్తము దిగబడి సరోద్రోణులు ఏర్పడవచ్చు

“రాన్ ఆఫ్ కద్” ఇంచుమించు ఒకసరస్సు అని చెప్పవచ్చు 1851 లో ఈ ప్రాంతంలో వచ్చిన భూకంపంవల్ల ధూమి దిగబడి ఇది ఏర్పడింది కాశ్మీరు లోయలోని సరస్సులన్నిటిలోకి పెద్దది ఊలార్ సరస్సు (100 చ కి. మీ.) జీలమ్ తదితర నదుల ప్రవాహాలకు నియంత్రించే ఈ సరస్సు సంరచనాత్మకమైన పల్లపు భూమి. కుమావ్ హిమాలయంలో నైనితాల్ దగ్గర సరస్సులక్రేణి ఒకటి ఉంది ఇది భ్రంశంవల్ల ఏర్పడిన రేఖమీద ఉంది

సదీలోయలో ఒకభాగం ఉత్సమావలనానికి గురిఅయితే అది అనకట్టలా పని చేసి, నీరు నిలువ ఉంటుంది

అగ్నిపర్వత సరస్సులు (Volcanic lakes) లావా అనకట్టలవల్ల సరోద్రోణులు ఏర్పడవచ్చు. అవి ఓయమరిహిత లావా స్తరములమీద ఏర్పడవచ్చు, లేదా అవిపోయిన అగ్నిపర్వతాల క్రేటరులలో ఏర్పడవచ్చు. బసాల్ట్ కొనసరిచేసితమై మూకుడుఅకారంగ్రోఉన్న ద్రోణిలో లోకార్ సరస్సు ఉంది. ఇది “ఎక్స్ ప్లొజన్ క్రేటర్” (explosion crater) అని భావించబడుతోంది. ఇసుక దీనిని “షర్ సరస్సు జాతిలో చేర్చారు ఇది ఇంచుమించు వృత్తాకారంలో 768 మీ వ్యాసం కలిగిఉంది (20 వ చిత్రపటము)

హిమనదీ సరోద్రోణులు (Glacial lake basins) హిమోద నిక్షేపణములవల్ల తరుమగా లోయల ద్రెయినేజి మూలకుపోయి సరస్సులు ఏర్పడుతాయి. ఇటువంటి సరస్సులు సామాన్యంగా చిన్నవిగా ఉంటాయి. ప్రస్తుతపు హిమాలయ హిమనదులు వీటికి కారణంగా భావించబడుతోంది. ఉదాహరణకి సిక్కిమ్ లోని “చాంబు” హిమనది ఒకటి. హిమనదులు లోయలను మూసివేయగా నీరు నిలిచి సరస్సులు ఏర్పడతాయి. లోయకు అడ్డంగా హిమనది ప్రవహిస్తే (బ్లొక్ లోని చోంగ్ కుందన్ హిమనదిలాగ) తాత్కాలికమైన సరస్సు ఏర్పడుతుంది. మంచు అనకట్ట పగిలిన దంటే అటువంటి సరస్సువల్ల బహుప్రమాదకరమైన వరదలు సంభవిస్తాయి.

కడిచే మంచుచిట్టలవల్ల అనేక హిమనదీనరోద్రోణులు అరిగిపోతాయి లేదా బయటపడుతాయి.

పర్వతాల పర్వత శిఖరలు పరిసర్లవృద్ధలాకృతీలక్షణములైన క్రమిక నదులవిషయంలోనూ, ఇంచుమించు క్రమికనదులవిషయంలోనూ వరదమైదానాలలో వదిలివేయబడ్డ విసర్జనములు ఆక్సజా సరస్సులుగా మారుతాయి చాలా భాగం వరదమైదానాల్లో లోతు తక్కువగాఉండే చిన్నచిన్న గుంటలు ఒండ్రుమట్టి అనియమంగా నిక్షిప్తంకావడంవల్ల ఏర్పడుతాయి. వరదల తరవాత, వానల తరవాత ఈ ద్రోణులు నిర్గమమార్గవిహీనమైన సరస్సులుగా ఏర్పడుతాయి. డెల్టా ప్రాంతంలో నిక్షిప్త అనియమ ఆవసాద నిక్షేపణంవల్ల కొన్ని అగభీరద్రోణులు (shallow basins) చుట్టూ నిక్షేపములు పేరుకుని సరస్సులుగా మారుతాయి. వీటిని సరస్సులు అంటారు. రెండు డెల్టాలమధ్య రోతైన ప్రదేశం ఏర్పడ వచ్చి ఒండ్రు ప్రదేశాన్ని ఏర్పరుచుకుంటుంది. కృష్ణా డెల్టాలు పెరగడంవల్ల కొద్దే సరస్సు ఏర్పడింది. రెండునదులు ఒకేలోయకి ఇరువక్కలనుంచి వచ్చి తమ ఆలోచమును రోయలో నిక్షేపించడంవల్ల రోయకు అనకట్ట ఏర్పడి వరోద్రోణిగా మారవచ్చు.

ద్రోణులు ఇంకా అనేకవిధాలుగా ఏర్పడవచ్చు. బంగాళాఖాతంలో సముద్ర ప్రవాహాలవల్ల తీరంమీద ఇసుక పేరుకొని 'లాగూను'లు ఏర్పడ్డాయి. ఒరిస్సా లోని చిల్కాసరస్సు నెల్లూరువద్ద పులికాట్ సరస్సు వీటికి ఉదాహరణలు. వీటి విషయంలో చిన్న ఆభాతముల, లేదా ప్రవేశికల (inlets) ముఖములవద్ద ఇసుక గోడలు నిక్షిప్తములు అయ్యాయి. కేరళరాష్ట్రంలోని పశ్చిమములు (back waters, లేక కాయల్స్ (kayals) ఈ విధంగా ఏర్పడ్డవే.

పెద్ద పెద్ద జలపాత పాదములవద్ద జలగర్జికలు సామాన్యంగా ఉంటాయి. అటువంటి అనతిద్రోణులు (plunge basins) క్రమంగా పెరిగి పెరిగి ఆఖరికి సరస్సులు అవుతాయి.

వాయోధ్రోణులు (Aeolian basins) . గాలిచే ఎగురగొట్టబడిన ఇసుకచిట్టలలో తాత్కాలికంగా ఏర్పడ్డ చిన్నవల్లములను వాయోధ్రోణులు అంటారు. ఇటువంటి సరస్సులకు ఉదాహరణలు పశ్చిమరాజస్థాన్ లో కనబడతాయి.

క్రిస్టియన్లు భూస్థలముల వల్ల నదీప్రవాహాలకు అడ్డుగా ఆపారమైన శిలాద్రవ్యాలచే సరస్సులు ఏర్పడినట్లు బుందేల్ ఖండ్ లోని చిర, సరస్సులు వీటికి ఉదాహరణ. గంగానదియొక్క ఆవరణ ఒకటి భూస్థలనంవల్ల మూతబడి గ్వాలిర్ లోని గోహ్నా సరస్సు ఏర్పడింది.

మౌంట్ కల్హన్ సరస్సులు మానవుడు ఆన సాంకేతికవిజ్ఞానప్రతిభచేత కృతకంగా కల్పించి, సరస్సులను గురించి చెన్నదం ఉచితం ఇవ్వక లేనిచోట సరస్సులను సృష్టించడమేరక, పాత సాంప్రదోలులను పెద్దవివేచన మానవుడు.

ఉన్ననీటిసరస్సులు మంజీనీటిసరస్సులకన్న ఉప్పునీటిసరస్సులు స్వల్పంగా, ముఖ్యంగా అల్పజలప్రదోలలో ఉన్నాయి. భౌగోళికావరణంలో మంజీనీటి సరస్సులే నిర్ణయకారకములు మానుకుపోవడంచేత, అంశరక్షివచ్చినది నడుమ కొనిచెచ్చిన భవిష్యత్తు పెరిగి పెరిగి క్రమంగా ఉప్పునీటిసరస్సులుగా మారుతాయి. అమెరికానడుమ క్రాస్ట్రీములోని "గ్రేట్ సాల్ట్ లేక్" వీటికి ఒక చక్కని ఉదాహరణ. మహానడుమములోగల ఉప్పుకంటె సుమారు ఐదురెట్లు అధికంగా ఉప్పు ఈ ఉప్పునీటిసరస్సులో ఉంది. అంతే, ఇంకా లో సుమారు 18 శాతం అవణద్రవ్యం ఉన్నదన్నమాట.

లథ్ కోల్ నూ, కాశ్మీరులో రుహాలోనూ గల కొన్నిసరస్సులు, ఉదాహరణకి సాల్ట్ లేక్, పాంగాంగ్ సరస్సు, తోప్ మొరారీవంటివి క్రమంగా క్షయిస్తూ, అంత కంతకు ఎక్కువ ఉప్పుగా తయారవుతున్నాయి. కోషణక్రియ (denudation) కు ఈ సరస్సులు మగిచి ఏదర్శనాలు. పాంగాంగ్ సరస్సుకి వేరువేరు ఎత్తులలో వేదికలు లేక బీటలు ఉన్నాయి. వీటిలో అన్నింటికన్న ఎత్తైన వేదిక ప్రస్తుత సరస్సు మట్టంకి 40 మీ. ఎత్తున ఉంది. తోప్ మొరారీసరస్సుకి ప్రస్తుతజలతలానికి 15 మీ. ఎత్తున వేదికలు ఉన్నాయి.

సశ్చిమరాజస్థాన్ లో చాలా "ప్లాయా" సరస్సులు ఉన్నాయి. అభికేంద్రకమైన ద్రైయనేటి (centripetal drainage) కలిగిన అంతరస్థద్రోణులను ప్లాయా సరస్సులు అంటారు. ఇటువంటి సరస్సులలో అతిముఖ్యమైనది సంఖ్యార్ సరస్సు. దీనివైశాల్యం 24 చ. కి.మీ. వర్షాకాలంలో దీని లోతు ఒకమీటరు. మిగిలిన కాలములలో ఈ సరస్సు ఎండిపోగా, పైన ఉప్పుపెద్దులు కనిపిస్తాయి.

సముద్రభాహువులు పెరిగివిహారణగోత్రతా, అవసాదనిక్షేపణంవల్లగాని విడిపోయి పర్వమీకూడా ఇటువంటివి కలుగుచున్నవి అర్పడుతాయి

### చిత్తడినేలల విశేషము

చిత్తడినేలలో మట్టి కఠినముగా క్రక్కు వృక్షసేషాలూ చేరి పూర్తిగాగానీ, పాక్షికముగానీ మూసుని పైలే అనే చిత్తడినేలలు అవుతాయి. మార్ష్, బోగ్ (peat bog) మొదలైనవి ఈ లక్షణగతి కింపకి వస్తాయి తేమప్రగణలలోని తీరస్థమైదానాలలోనూ, వరదమైదానాలలోనూ, డెల్టాలలో పరివర్జిత సహీశయ్యలు వృక్షసేషాలలో నిండిన మట్టి నూ చిత్తడినేలలు అధికంగా ఉంటాయి. నిక్షేపితప్రక్షేపణ భూతిలంబు పైకిలేచినచోట్ల కనిపించు చిత్తడినేలలు విస్తరించాయి వీర్చరాలు ఏర్పడేవి పొడివాదాగరణం కుంకీ, నీటిమట్టం మామూలు కంటకంబె కింపకి గి, చిత్తడినేలలు అందుమించు ఎండిపోతాయి.

చిత్తడినేలలు అంతేభావంగా ఏర్పడవచ్చు హిమనదీయద్రోణులు వృక్షసేషములచే నిండిపించిల్ల విస్తీర్ణవేళాండా, సముద్రంవైపుకిన్న తీరస్థమైదాన భాగాలలోనూడా చిత్తడినేలలు ఉంటాయి సముద్రపునేల పైకి లేవడంవల్లగానీ, లాగూనులు ఒండ్రు (silt) చేతనూ, వృక్షసేషాలచేతనూ నిండడంవల్లగానీ ఇవి ఏర్పడుతాయి. వరదమైదానాలలోనూ, డెల్టాప్రాంతాలలోనూ ఏర్పడే చిత్తడినేలలనుగురించి ఇంతకుముందే వివరించాం.

బెంగళు, కేరళరాష్ట్రాల తీరస్థమైన పంకనేలలు చిత్తడినేలలు అయ్యాయి. ఇక్కడ మాన్ గ్రోవ్ వృక్షలు విస్తారంగా పెరుగుతాయి.

బోగ్లలో బొగ్గుగనులు ఏర్పడడానికి తొలిఅవస్థ పీట్ (peat). కేరళ, మద్రాసు రాష్ట్రాలలోని లిగ్నైటు నిక్షేపాలు ఇటువంటి పీట్ బోగ్లనుండి కయారైనవే.

## పదునాఱవ ప్రకరణము

### సముద్రము - దాని చలనములు, పని

#### సముద్రము, దాని పుట్టుక

సముద్రాలపుట్టుకకీ, భూమిపుట్టుకకీ అవినాభావమైన సంబంధం ఉంది. నెబ్యూలా ప్రమేయం (Nebular Hypothesis) ప్రకారం తొట్టతొలుతటి వాతావరణంలోఉన్న వేడెక్కిన వాయువులు గడ్డకట్టి సముద్రాలు ఏర్పడ్డాయి గ్రహాణు ప్రమేయ ప్రకారం (Planetesimal Hypothesis) ద్రవ్యఖండములు దిగ్గరగా చేరి పెరిగి పెద్దవి అయ్యాయి, అవి వాయురూపంలో లేవు. ఈ విధంగా భూమి పెరిగి, గురుత్వాకర్షణ అధికమై, రకరకాల వాయువులు నీటిఆవిరి పిండబడి వాతావరణం ఏర్పడింది తగినంత నీటిఆవిరి సంచితం అయ్యాక అవక్షేపణము (precipitation) జరిగి, సముద్రం ఏర్పడసాగింది ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం భూమిలోనుంచి నీరు బయటికి గెంటబడినపుడు సముద్రాలు ఏర్పడ్డాయి

సముద్రజలననం సరిగ్గా ఏ విధంగా జరిగిందో తెలియకపోయినా అధికాలం నుంచీ సముద్రాలు చూమిమీద ఉన్నట్లు నిదర్శనం ఉంది పూర్వకేంబ్రియన్ విరచనలలోని అవసాదీయకాలం, సిల్లోలావాల ఘాతరిత్రలో అధికాలంనుంచీ సముద్రజలం ఉన్నట్లు తెలుపుతున్నాయి.

సామాన్యంగా వాడుకలో సముద్రము, మహాసముద్రము అనే పదాలు భూగోళం మీద విస్తరించిఉన్న ఉప్పునీటికి అంతకీ వర్తిస్తాయి ఖండములమధ్యనున్న లోతైన ద్రోణులలో ఉన్న సముద్రజలాన్ని మహాసముద్రాలు అంటారు.

అపారమైన ద్రవ్యం అవసాదమురూపంలో నీటిలో నిక్షిప్తంకావడంచేత, సముద్రాలు భూవైజ్ఞానికరీత్యా చాలా ప్రముఖమైనవి అటువంటి సాగరీయ అవసాదములలో సాధారణంగా జంతువృక్షవశేషాలు ఉంటాయి. పాసిలీభూత సాగరీయ స్తరముల పరిశీలనవల్ల భూమి ఏ యే భౌతిక అవస్థలను గడిచిందో, వివిధయుగములలో జీవపరిణామం ఏ విధంగా ఉండేదో తెలుస్తుంది. పైగా

తీర్థస్థూమినికోసి మార్పులు తీసుకువచ్చే ముఖ్యమైన భూవైజ్ఞానికకారకం సముద్రం వాతావరణంలోని తేమకు ఉత్పత్తిస్థానం సముద్రం ఈ తేమయే వర్షంలా పడి నడులను, మంచులా పడి హిమనదులను సృష్టిస్తుంది ఇవి అన్నీ ఆపక్షియముల, అపరదనములకు ముఖ్యకారకములు.

చాఉపరితలవైశాల్యంలో ముప్పాతికవంతు సముద్రం ఆక్రమించింది మహా సముద్రాల సరాసరి లోతు సుమారు 4 కి. మీ అన్నింటికన్న లోతైనది పసిఫిక్ మహాసముద్రం. నమోదుచేయబడ్డ అన్నింటికన్న లోతైనచోటు ఫిలిప్పైన్ దీవులకు బూర్బంగా 1000 కి మీ. దూరంలో ఉన్న “మరియానాస్ ట్రెంచ్”. ఇక్కడ లోతు 11.04 కి. మీ పసిఫిక్ మహాసముద్రంలో 6 నుంచి 8 కి. మీ. లోతుఉండే ప్రదేశాలు చాలా ఉన్నాయి. ఆట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలో అన్నింటి కన్న లోతైనస్థలం పోర్టోరికోప్రాంతంలో 9.5 కి మీ లోతున ఉంది.

సముద్రజలంలో కరిగిన ద్రవ్యంలో 73 శాతం ఉప్పు. ఇతర ముఖ్యద్రవ్య ములు పెగ్మిషియం సల్ఫేటు, క్లోరైడు, లైమ్ సల్ఫేటు, పొటాష్ సల్ఫేటులూనూ. ఈ ద్రవ్యం అంతా ముఖ్యంగా నదులు శిలావిఘటనం (decomposition of rocks) చేసి తీసుకువచ్చినదే సముద్రజలంలో కరిగిన ముఖ్యమైన వాయువులు నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, కార్బానిక్ ఏసిడ్

ఉష్ణమండలములో సముద్రజల ఉష్ణోగ్రత  $24^{\circ}$  నుంచి  $27^{\circ}$  సెంటిగ్రేడువరకూ ఉంటుంది. ఇక్కడినుంచి క్రమక్రమంగా ఉష్ణోగ్రత తగ్గి, ధ్రువప్రాంతాలలో  $-2^{\circ}$  సెంటిగ్రేడు ఉంటుంది. స్వచ్ఛజలం గడ్డకట్టే ఉష్ణోగ్రత  $0^{\circ}$  సెంటిగ్రేడు అయినా సముద్రజలమాత్రం  $-2^{\circ}$  సెంటిగ్రేడుదగ్గర గడ్డకడుతుంది. సముద్ర ఉపరితలజలఉష్ణోగ్రతలో భేదాలు కలుగడానికి కారణం సాగరీయప్రవాహాలు. ఉష్ణ, సమశీతోష్ణమండలాలలో 1500 నుంచి 2000 మీటర్ల లోతున ఉష్ణోగ్రత ఎల్లప్పుడూ  $4.5^{\circ}$  సెంటిగ్రేడు ఉంటుంది. లోతుకు వెళ్ళినకొద్దీ చల్లదనం పెరిగి, చాలా లోతున అఖరికి  $0.5^{\circ}$  సెంటిగ్రేడుకూడా ఉంటుంది; భూమధ్యరేఖదగ్గర కూడా ఇదేపరిస్థితి. ధ్రువప్రాంతాలలో, సముద్రంపైనుంచి అడుగుదాకా ఇంచు మించు హిమాంకం (నీరు గడ్డకట్టు ఉష్ణోగ్రత) (freezing point) పెద్ద ఉంటుంది.

జంతువులకూ, మొక్కలకూ సముద్రం అలంబనంగా ఉంది. జంతువులు బహుసూక్ష్మమైనవి లగాయతు పెద్ద పెద్ద లిమింగిలాలవరకూ రకరకాల పరిమాణాలలో ఉంటాయి. చిన్నజంతువులు పెద్దజంతువులకన్న అధికసంఖ్యలో ఉంటాయి. మొక్కలుమాత్రం అధికంగా బహుసూక్ష్మపరిమాణంలో సముద్రకైవాల (sea-weeds) వంటివి ఉంటాయి. ఉష్ణమండలపు సరస్రాంతాలలో లోతు తక్కువగా ఉన్నచోట్ల పగడపుజీవులు పెద్ద పెద్ద (reef) బుట్టలను తయారుచేస్తాయి.

### అలలు—పొటూ - పోటూ

అపరదన, నిక్షేపణ ప్రక్రియలు రెంటికీనూ అలల చాలా సముఖమైనవి. సముద్రతలంపేద గాలి ఒరపిడి వత్తిమిలనల్ల అలలు పుడరాయి. తరంగాలూ గాలివీచే చీలలో కదులుతున్నప్పటికీ నీయమాత్రం బహుస్వల్పంగా మాత్రమే ముందుకి కదులుతుంది. తరంగం విజలకణములు బిట్టనిలుపుగా, ఇంచుమించు వృత్తాకారక్షీలలో కదులుతాయి. వాలుగాఉన్న నేలకలిగిన తీరంవైపు తరంగం ప్రయాణించేసింపుడు. తరంగం పొడ్డిగానూ, ఉన్నతంగానూ మారి ఎక్కువ వాలుకలిగిన చంద్రరేఖాకారపు తరంగాగ్రం ఏర్పడుతుంది క్రిందిభాగపు చలన వేగం తగ్గడంచేత వైభాగం దానిమీదుగా ముందుకి, కిందికి తూలి అల ఒడ్డుమీద విడుదలైంది అల విరిగే ప్రదేశాన్ని “బ్రేకర్ ఝోన్” (breaker zone) అంటారు. ముందుకి పరుగెత్తే ఈ నీయ అవసాదాలను తనతో తీసుకువస్తుంది. వాలుగాఉన్న ఒడ్డుపైకి ఎక్కిన నీరు తిరిగి వెనుకకు సముద్రంలో పడుతుంది. దీనిని అధఃప్రవాహం (undertow) అంటారు. లోతు పెరిగినకొద్దీ తరంగగమనం వేగంగా తగ్గిపోతుంది. ఒకపాటి బలమైన తరంగాలు సుమారు 70 మీ. లోతున ఉన్న మెత్తని వదులుగాఉన్న అవసాదాలను ఇంచుమించు కదపనేలేవు. పెద్ద తుఫాను తరంగాలు కదిలించగలిగిన గరిష్ఠమైన నీటిలోతు సుమారు 200 మీటర్లు.

సముద్రంమీద సూర్యచంద్రుల విభేదీ ఆకర్షణ (differential attraction) వల్ల సముద్రజలం ఆవర్తికం (periodic) గా పైకి కిందికి లేచి పడుతూ ఉండడాన్ని పోట్లు అంటారు. ఏకసమయంలో భూమికి విపరీత సార్వములలో (opposite sides) రెండు పోట్లు వస్తాయి. ప్రతి పోటూ భూమిచుట్టూ తూర్పు నుంచి పడమటిదిశలో 24 గం. 52 ని. ఒక్కొక్కసారి పూర్తిప్రదక్షిణంచేస్తుంది.

ప్రతిరోజూ రెండు పోట్లు, రెండు పాట్లు ఉండడంచేత చాలాభాగం తీరప్రాంతాల్లో సుమారుగా ప్రతి 12 గం. 26 నిమిషాలకీ పోట్లు కనిపిస్తాయి, వీటికి సరిగ్గా మధ్యలో పాట్లు ఉంటాయి. నీరు వైకిరేవడాన్ని వరదపోటు (flood tide) అంటారు. ఒడ్డుకివచ్చే అలలలాగకాక, వరదపోటు క్రమక్రమంగా రావడంచేత ఇది వస్తున్నట్లే రైయదు.

పాటువల్ల నీటిమట్టం పెరిగి, తీరరేఖను మార్చడంలో తరంగాలపని సుకరం అవుతుంది. పాటువేళ ప్రవాహాలు కోకొపి, అవసాదాలను మోసుకుపోతాయి తరింగాలకన్న చాలా తేలికగా పోటుప్రవాహాలవల్ల సముద్రపునేల కలచంబడుతుంది.

నీటిమట్టం కిందికి పడిపోవడాన్ని వాటు (ebb tide) అంటారు. ఈ సముద్రాధి ముఖప్రవాహాలకూడా ప్రముఖమైన ఆవరదన, సంవహనకారకములే.

హుగ్లీ విషయంలో పాటుపోటుల ప్రభావం జలంగీ, భాగీరథీనదీసంగమస్థలం వరకూ కనిపిస్తుంది కలకత్తాదగ్గర పాటుపోటులు చాలా బలీయమైనవి కావడంతో తత్ఫలితమైన హుగ్లీ నదీజలచలనములు నదీముఖంవద్ద వేరే డెల్టా ఏర్పడకుండా అడ్డుకుంటున్నాయి. కాని డైమిండ్ హార్బరుకింద నిరంతరాయంగా విక్షేపణం జరుగుతోంది; దానివల్ల హుగ్లీ దామోదరనదీసంగమస్థలానికి దిగువను ఏర్పడిన జేమ్స్, మేరీ ఇసుకపట్టణంవంటి దిబ్బలు ఏర్పడుతున్నాయి.

గల్లాకారిపు 'ఎస్క్యూవరీల'లోనూ, కొన్ని పెద్దనదులలోనూ పోటువల్ల నీరు ఒకచోట గురుగాడి "వేధలు" (bores) అనబడే ఉన్నత తరంగాలు తయారై, అభాతములలోకి, నదులలోకి నీరు అమితవేగంతో ప్రవహించగా, అందు వీటి మట్టం ఇరవయ్యేపి మీటర్లవరకూ కూడా పెరిగిపోతుంది. హుగ్లీనదిలో వేధలు మేగానికీ, ఉరవడికీ ప్రసిద్ధమైనవి. సుమారు గంటకి 30 కి. మీ. వేగంతో నదికి ఎదురెక్కే ఈ తరంగాలు 1.5 మీ. ఎత్తుమేర ఉంటాయి.

### సాగరీయ ప్రవాహాలు

అట్లాంటిక్, పసిఫిక్ మహాసముద్రాల భూమధ్యరేఖాప్రాంతాలలో వ్యాపార పవనాలవల్ల పశ్చిమాభిముఖంగా విపులమైన ఉపరితలీయప్రవాహాలు ఏర్పడుతాయి.



ఈ ప్రవాహాలు తీరానికి తగిలి, రెండుగా చీలి, ఒకటి ఉత్తరానికి, ఒకటి దక్షిణానికి ప్రవహిస్తాయి. ఇవి రెండూ మహాసముద్రంలో తూర్పుగా ప్రవహించి, దానిని దాటి, ఆఫ్రికి వెనుకకు మళ్ళి, భూమధ్యరేఖాప్రాంతానికే వస్తాయి ఈ విధంగా ఈ రెండు మహాసముద్రాలలోనూ పెద్ద పెద్ద భంవరధారలు (eddy currents) ఒకటి భూమధ్యరేఖకు ఉత్తరంగానూ, మరొకటి దక్షిణంగానూ ప్రవహిస్తూ, మధ్యలో సాపేక్షంగా ప్రశాంతమైన జలం కలిగిఉంటుంది. వెడల్పుగా, నెమ్మదిగా ప్రవహించే ఈ ధారలు భూభాగాన్ని సమీపించినప్పుడు సన్నంగా ఉరవడితో పారి 'ప్రవాహాల' గా మారుతున్నాయి.

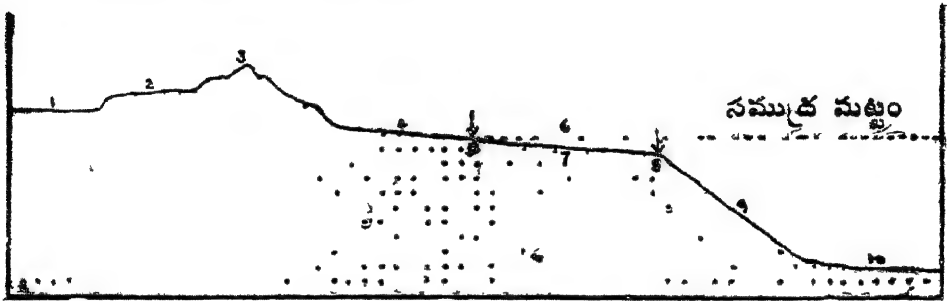
సాగరీయప్రవాహాలవల్ల శీతోష్ణస్థితిలో మార్పులు వస్తాయి. మలబారు, కొంకణ తీరములలో ఉండవలసిన ఉష్ణవాతావరణం దక్షిణాభిముఖప్రవాహాలవల్లనూ, అరేబియాసముద్రంనుంచి వీచే వాయువ్యాభిముఖప్రవాహాలవల్లనూ చల్లబడుతుంది. పెర్షియాలో వెచ్చని ఋతుపవనప్రవాహాలవల్ల తద్వ్యతిరేకఫలితం కానవస్తుంది. భారతదేశపు నైఋతి ఋతుపవనకాలపు ఉచ్చదశలో తూర్పు ఆఫ్రికాతీరం శీతజల ప్రవాహాలవల్ల చల్లబడుతుంది. ఆఫ్రికాతీరం దాటేక ఈ శీతజలప్రవాహాలవల్ల అరేబియాసముద్రం మరీ చల్లనై పగడపు పురుగులకు నివాసయోగ్యం కాకుండా ఉంది. మలబారుతీరప్రాంతంలో, అరేబియాసముద్రజలాలు వెచ్చబడగా అందు పగడపు పురుగులు జీవించడాని కాస్కారం కలుగుతుంది అక్షిప్తీసముద్రంలోనూ, మాలదీవులలోనూ కనిపించే అతోలములు (atolls) వీటికి నిదర్శనాలు.

అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలో సరావర్తిత భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రవాహాలలో ఒకభాగం కరీబియన్ సముద్రంలోకి, మెక్సికో సింధుశాఖలోకి ప్రవహించి 'గల్ఫ్ స్ట్రీమ్' (Gulf Stream) అనబడుతోంది. ఇది సాగరీయప్రవాహాలలో అతిముఖ్యమైనదీ, వేగవంతమైనదీనూ.

### ఉచ్చతాదర్శక వక్రరేఖ

సముద్రపు టడుగుభాగంలో ఎత్తైన పర్వతశ్రేణులు, పీఠభూములు, సముద్రాంతర్గత అగ్నిపర్వతాలు, లోయలు ఉన్నప్పటికీ మొత్తంమీద నేలమీదకన్న సముద్రపు టడుగుభాగం సున్నగా ఉంటుంది. సముద్రంలో మునిగిఉన్న

ఖండముల 'ప్లాట్ ఫారపు' భాగాన్ని ఖండీయమగ్నతటభూమి (continental shelf) అంటారు (12 వ చిత్రవటము). వాలునుబట్టి ఖండీయమగ్నతటభూమి తీరము నుంచి వివిధదూరాలలో ఉంటుంది. సముద్రంలో సుమారు 75 నిలువులు లేదా 135 మీ. లోతువరకూ ఖండీయమగ్నతటభూమి ఉంటుంది ఇక్కడినుంచి సముద్రపునేలకు వాలు చాలా అధికం. ఈ వాలు నిట్టనిలువుగా ఉన్నా క్రమంగా ఉన్నా ఖండ్పువాలు (continental slope) అంటారు సరళనాత్మకంగా ఉన్నా పైకి కనిపించే తీరరేఖలుకాక, ఖండీయమగ్నతటభూమి అంచులనుంచే సాగర ద్రోణి మొదలు అయినట్లు భావించాలి.



పటము 12. ఉచ్చతాదర్శక వక్రము

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| 1. లోపరి మైదానము     | 6. అధి భూఖండీయ సముద్రము    |
| 2. పీఠభూమి           | 7. ఖండీయమగ్నతటభూమి         |
| 3. కొండ              | 8. ఖండముయొక్క అంచు పైభాగము |
| 4. తీరమైదానము        | 9. ఖండ్పు వాలు             |
| 5. భూఖండముయొక్క అంచు | 10. మహాసముద్రద్రోణి        |

హిందూమహాసముద్రపు ఉత్తరశాఖలయిన అరేబియాసముద్రము, బంగాళా ఖాతము అనబడే రెండు భారతదేశపు సముద్రాలూ క్రెపేషన్ లేదా చతుర్థమహా యుగంలో గొండ్వానాఖండము భగ్నంకావడంవల్ల ఏర్పడ్డాయి ఈ రెండు సముద్రాలలోనూ ఖండీయమగ్నతటభూమి ఇదీ అని ఖచ్చితంగా చెప్పడానికి వీలులేదు 200 మీటర్ల నిమ్నరేఖ (depth line) వరకూ విస్తరించిఉన్న ఖండీయమగ్నతటభూమి తీరానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా నడుస్తుంది

100 మీటర్ల లోతువరకూ గల భాగం ఖండీయమగ్నతటభూమిలో ప్రముఖమైనది. ఈ మండలం కదియవార్ కి దక్షిణాన 350 కి. మీ. వెడల్పున గంగానది డెల్టాకు దక్షిణాన 220 కి. మీ. వెడల్పున ఉంది. సామాన్యంగా ఈ మండలం వెడల్పు తూర్పుతీరాన 50 కి.మీ నుంచి, ద్వీపకల్పపు పడమటితీరాన 100 కి.మీ. వరకూ ఉంటుంది.

బొంబాయితీరంవద్ద ఖండీయమగ్నతటభూమి గరిష్ఠపు వెడల్పు సుమారు 350 కి. మీ. ఈ మగ్నతటం రెండు ప్రముఖమైన వేదికలుగా ఉంది. ఈ రెండు వేదికలూ 50 మీటర్ల అగాధికనమోవ్చరేఖ (bathymetric contour) చేత విభక్తమై ఉన్నాయి. దక్కన్ ట్రాపు ప్రవాహాలవల్ల ఈ వేదికలు ఏర్పడి ఉండవచ్చు. విపులమైన ఈ సముద్రాంతర్గత ప్లాట్ ఫారమ్ దక్షిణాన, కన్యాకుమారి అగ్రంవరకూ సన్నబడి 30 నుంచి 100 కి మీ. మధ్యన ఉంటుంది. సముద్ర మగ్నం అయిందనడానికి వివరణం బొంబాయితీరానగల వేదికలుమాత్రమేకాక, పశ్చిమఖండీయమగ్నతటభూమిమీద తీరములు - ముఖ్యంగా డై రెక్లన్, ఆంగ్రియా ఎలికాలెస్ తీరములుకూడా కనిపిస్తున్నాయి. అక్షద్వీపములను, మార్చీపుద్వీపాలను సాదీవా అతోలముతో కలిపే లెడ్జి (శిలాఫలకం) సముద్రంలో మునిగిఉంది.

మన్నార్ సింధుశాఖకు ఉత్తరమున, గంగానది డెల్టాకు దక్షిణమున మినహాయిస్తే ప్రాక్ ఖండీయమగ్నతటభూమి వెడల్పు పశ్చిమానకన్న తక్కువ మన్నార్ సింధుశాఖకు ఉత్తరాన హిందూదేశంనుంచీ, సింహళంనుంచీ భూభాగం నాలుక వలె సాచి ఉంది. ఈ రెండింటివీ కలుపుతూ సాగరంలో మునిగిఉన్న రీప్ (రై లిఫ్టి) ఒకటి ఉంది. దీనిని “అడమ్ వంతెన” (Adam's bridge) అంటారు. ఇది నీటిమట్టానికి 4 మీ. లోతున మాత్రమే ఉంది. హిమనదీ మహాయుగానంతరం (post glacial period) సముద్రపుమట్టం పెరిగి, సింహళ భారతదేశాలమధ్య సంబంధాన్ని మగ్నంచేసిందనడానికి ఇది నిదర్శనం. భారతీయ ద్వీపకల్పపు ప్లాట్ ఫారమ్ లో ఇది ఒక భాగం. ఇండియా సింహళములమధ్య ఉన్న మగ్నతటభూమిలాకాక, గంగానది డెల్టాకు దక్షిణంగా లోతు తక్కువగా ఉన్న ఖండీయమగ్నతటభూమి విజానికి ఒక అవసాదీయమైదానం. ఇందులో జలమగ్నమైన కేన్యాన్ (canyon) ఉంది ఇది బహుశా ఖైరవ్ అనబడే

పూర్వపు వంగదేశవదీకయ్య అయిఉండవచ్చు. ఈ భాగపు బంగాళాఖాతంలో దక్షిణదీపసముద్రంలో ఉన్నటువంటి జలమగ్నదరీవ్యవస్థ ఉంది.

సాగరీయ నిక్షేపములు సాధారణంగా సముద్రపులోతు అధికమైనకొద్దీ అక్కడ సముద్రపునేలమీద చేరే అవసాదములు మరింత మరింత సూక్ష్మంగా ఉంటాయి. ఇవి షింగిల్, ఇసుక, సిల్ట్, బురద అనే వరుసలో ఉంటాయి సముద్రపునేలమీద సాగరీయనిక్షేపముల ఉనికినిబట్టి వాటిని వర్గీకరించవచ్చు. పోటుకీ పాటుకీ పుథ్యతీరస్థనిక్షేపములు (*littoral deposits*) ఏర్పడుతాయి. బీచి అభాతనిక్షేపములు ఇందులోకే వస్తాయి. ఖండీయమగ్నతటభూమిమీద ఏర్పడే నిక్షేపాలను అగభీరజల నిక్షేపములు (*shallow water deposits లేక neritic deposits*) అంటారు. ఖండీయ మగ్నతటభూమికి బయట ఏర్పడే నిక్షేపాలను అగాధజలనిక్షేపములు (*deep sea deposits*) అంటారు బురద, సింధుపంకము (*oozes*) ఇందులోకి చేరుతాయి. ఖండపువాలుమీది నిక్షేపములు అగాధక్షేత్రానికి (*bathyal zone*) సంబంధించినవి. అగాధక్షేత్రం విస్తరించే లోతు మారుతూ ఉంటుంది కానీ ఇది సామాన్యంగా 2000 నిలువులు లేదా 4000 మీ. లోతు అని నిర్ణయించవచ్చు ఇంకా లోతున మహాగాధక్షేత్రం (*abyssal zone*) ఉంటుంది. ఈ క్షేత్రంలో ఎర్రపట్ట, అగాధ సింధుపంకము ఉంటాయి. ఈ పంకంలో ప్టెరోపాడ్లు (*pteropods*), గ్లోబిజెరినా (*globigerina*), డయాటములు (*diatomes*), రేడియోలారియా (*radiolaria*) ఉంటాయి. ఈ క్షేత్రంలో ఉష్ణోగ్రత ఎల్లప్పుడు 4° సెంటిగ్రేడు లోపులోనే ఉంటుంది

సాగరీయనిక్షేపములను ఉత్పత్తిస్థానాన్నిబట్టి వర్గీకరించవచ్చు. నదులవల్ల, హిమనదులవల్ల, గాలివల్ల, తీరఅపరదనంవల్ల నేలమీదనుంచి వచ్చిన నిక్షేపములను స్థలజాతనిక్షేపములు (*terrigenous deposits*) అంటారు. తీరస్థ, అగభీర క్షేత్రాలలోని షింగిల్, గులకరాళ్లు, ఇసుక, బురద, అగాధక్షేత్రానికి సంబంధించిన పంకములు, ఇసుకలూ ఈ తరగతిలోకి వస్తాయి రాసాయనిక నిక్షేపములు సముద్ర జలంనుంచి సూక్ష్మజీవుల సహాయంతోగాని, సహాయంలేకుండాగానీ అవక్షేపితములు అవుతాయి ఓలిటిక్ ఇసుకలు (*oolitic sands*), కాల్షియమయంపంకములు

(calcareous muds) అగభీరమండలములలోని బాష్పావశేషములు (evaporites), అగాధక్షేత్రములలోని గ్లౌకొనైటు (glauconite), పైరైటు దీనికి ఉదాహరణములు. గుల్లలు, గుల్లెనుకలు, పగడపుదిబ్బలు, పగడపుఇసుకలువంటి సాగరజీవుల కాల్షియమయ, పినికామయకవచములు అర్గానికనిక్షేపముల కిందికి వస్తాయి.

సముద్రముల, మహాసముద్రముల నేలలు

కోరింగ్ (coring), బాధిస్కపీ అవరోహణ (bathyscaphic descent) తదితర భూభౌతికపద్ధతులు సముద్ర మహాసముద్రతలములకు సంబంధించిన మన విజ్ఞానాన్ని పూర్తిగా మార్చివేశాయి. ప్రత్యేకమైన పరికరములు ఆమర్చిన ఓడల నుంచి పరీధ్వనికతరంగాలను (supersonic waves) సముద్రతలానికిపంపి, వాటి పరావర్తనములను “చార్ట్” (chart) మీద నమోదుచేస్తున్నారు ప్రస్తుతం. వీటిని ప్రతిధ్వని చిత్రములు (echograms) అంటారు. వీటినుంచి సముద్రతలము యొక్క ప్రొఫైలు తెలుస్తుంది. మహాసముద్రాలలోని ద్వీపాలు ముఖ్యంగా అగ్నిపర్వతశిఖరాలు, పగడపుదీవులు, సముద్రపు అడుగునుంచి పైకిలేచి, వాటి చుట్టూ విశాలమైన, రూపరహితమైన మైదానాలు ఉంటాయనీ పూర్వం నమ్మేవారు ఆ ఆభిప్రాయం మారి, సముద్రపునేలమీద పెద్దపెద్ద పర్వతపంక్తులు, శిఖర సమూహాలూ ఉన్నట్లుగా తెలియవచ్చింది ప్రస్తుతం. కొన్ని పర్వతశిఖరాలు సముద్రపునీటిమట్టంకన్న పైకిలేచి ద్వీపముగా కనిపిస్తున్నాయి, కాని చాలాభాగం నీటిలో మునిగే ఉన్నాయి వీటిని జలశిఖరములు (sea mounts) అంటారు. వాటి శిఖరములు శంఖును కోసినట్లు చదునుగాఉంటే వాటిని “గయోట్లు” (guyots లేక table mounts) అంటారు.

సాగరీయ పర్వతాలు • అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర పరిశోధకశాఖవారి పరిశోధనలవల్ల హిందూమహాసముద్రాన్నిగురించిన మన విజ్ఞానం బాగా పెరిగింది.

సముద్రపునేలకు సంబంధించిన కొత్త రూపురేఖలు కనుగొన్నారు, చిత్రించారు 90° తూర్పురేఖాంశందగ్గర బంగాళాఖాతంలో ఆగ్నేయభాగంనుంచి సుమారు 92° దక్షిణంవరకూ ఉత్తర దక్షిణాలకు విస్తరించిన అవిచ్ఛిన్న పర్వతశ్రేణి కనబడింది. దీనిని తూర్పుఇండియా సాగరపర్వతశ్రేణి లేక 90° తూర్పు రిడ్జి అంటారు.

ఇది సుమారు 2500 మీ. ఎత్తు. 5750 కి. మీ. పొడవు ఉంది. 32° ద. వద్ద ఈ రిడ్జికి లంబంగా అస్ట్రేలియావైపు 650 కి. మీ. దూరం విస్తరించిన అగభీరం (shoal) ఉంది.

హిందూమహాసముద్రంలోని ముఖ్యమైన పర్వతమాలికను “కార్ల్స్బర్గ్ రిడ్జి” అంటారు. ఇది ఏడెన్ సింధుశాఖవద్ద మొదలై, అగ్నేయంగా విస్తరించి తరువాత హిందూమహాసముద్రపు మధ్యభాగానికి సాగి, సుమారు 25° ద. వద్ద రెండు శాఖలుగా విడిపోతోంది. ఒకభాగం ఆఫ్రికా దక్షిణభాగానికిచేరి, మధ్యఅట్లాంటిక్ రిడ్జితో కలుస్తోంది మరొకటి అస్ట్రేలియా దక్షిణభాగానికివెళ్ళి అక్కడి తూర్పు-పశ్చిమ రిడ్జితో కలుస్తోంది అరేబియను ద్వీపకల్పందగ్గర కార్ల్స్బర్గ్ రిడ్జి భగ్నమై 400 కి మీ. దూరం జరిగిఉంది. అరేబియాసముద్రంలో విస్తరించిన జాన్ ముర్రే ప్రంశానికి దీనికి సంబంధం ఉన్నట్లుంది. పర్వతశ్రేణీఖరాలు స్థలాకృతిలో స్పష్టంగా కనిపిస్తాయి. మిగిలిన సముద్రపురిడ్జిలలాగే.

ఇవి ఆకుంచనం (buckling) వల్లనూ, భూమ్యంతర్భాగంనుంచి పైకి వేడిమి ప్రవహించడంవల్లనూ ఏర్పడ్డట్టుగా ఊహించబడుతున్నాయి.

హిందూమహాసముద్రపు ప్రాకృత్తిమణులలో సాగరశిఖరాలుకూడా కనుగొనబడ్డాయి.

సాగరీయ కేన్యానులు . అనేకతీరాలలో సాగరంలోపల కందకాలు (trenches) లోతైనవీ, నిట్రమైన గోడలుగలవి, భూమిమీద కేన్యానులవంటివే ఉన్నాయి ఖండీపాతము (continental margin) తరుచుగా అటువంటి కందకాలచే కోయబడిఉంది. అవి ఖండీయమగ్నతటభూమి బయటిఅంచుదగ్గర మొదలుఅయి ఖండపువాలులో అనేక కిలోమీటర్లదూరం గడిచి సముద్రమట్టానికి సుమారు 2000 మీటర్ల లోతుదాకా విస్తరించిఉన్నాయి అవి పంకరటింకరగా నడిచిన నదీశయ్యలలాగా, వృక్షభనదీవ్యవస్థలాగా, V ఆకారపు అనుప్రస్థ ప్రొఫైలులలాగానూ ఉంటాయి. వీటిలో కొన్ని విజానికి మునిగిపోయిన నదీలోయలే.

సాగరీయ కేన్యానులు ఏ విధంగా ఉద్భవించాయన్న విషయం వివాదాస్పదంగా ఉంది. అవి అపరిచనంవల్ల ఏర్పడ్డాయనడానికి సందేహంలేదు. బహుకరినమైన

శీలగుండా అవి కోయబడిఉండడాన్నిచూస్తే బలీయమైన అపరదనకారకం పని చేసి ఉండాలని తెలుస్తుంది. ఈ కేన్యానులు చాలాభాగం సామాన్య సాగరీయ ప్రవాహాలు, అలలూ ప్రభావితంచేయలేనంత లోతులో ఉన్నాయి తీవ్రమైన తుఫానులలో చెలరేగిన అలలవల్ల కొత్త సాగరీయ అవక్షేపములు తెలకబడి ఏర్పడ్డ పంకాన్నిత ప్రవాహాల (turbidity currents) వల్ల సాగరీయ కేన్యానులు కోయబడినవని ప్రస్తుతం చాలామంది విశ్వసిస్తున్నారు. అటువంటి బురద ప్రవాహాలు సముద్రపునేలమీది నన్నని గుంటలలోకి ప్రవహిస్తే బలీయమైన అపరదనకారకములుగా పనిచేస్తాయి.

అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర పరిశీలకులు బంగాళాఖాతంలోనూ, తూర్పు అరేబియాసముద్రంలోనూ జరిపిన అన్వేషణలలో గంగా, బ్రహ్మపుత్ర, సింధు నదుల అవసాదవిసర్జనాసంబంధమైన వితలీయతలములు (abyssal planes) చిన్నచిన్న కేన్యానులు పంకాన్నిత ప్రవాహశయ్యలు కనబడ్డాయి. బంగాళాఖాతములో ఈ ప్రవాహశయ్యలు చంకరలుగా తిరిగి, చీలిపోతూ, తిరిగి కలుసుకుంటూ, నేలమీది జడఅల్లికి నదులనుపోలి, ఆ తలములు ఉన్నంతపొడుగునా వర్తిస్తూ, అఖాతానికి ఇరుప్రక్కలా ఉపశాఖలు కలిగిఉన్నాయి. బంగాళాఖాతముఖంలోఉన్న “స్వాచ్ ఆఫ్ నో గ్రౌండు” దగ్గర ఉన్నట్లుగా కేన్యానులరూపంలో ఉపశాఖలు ఖండపువాలులమీద ఉత్పత్తిఅవుతున్నట్లు తోస్తుంది. ఆంధ్రప్రదేశ్ తీరప్రాంతంలో ఆంధ్రా, మహాదేవన్, కృష్ణా అనే పేరులుగల నిమ్నతలములు కనబడ్డాయి. తమిళనాడుతీరప్రాంతంలో పుదుచ్చేరికి 60 కి.మీ ఈశాన్యంగానూ, పోర్టోనోవోకి 20 కి.మీ. తూర్పుగానూ ఇటీవల మరికొన్ని సాగరీయ కేన్యాను శ్రేణులు కనబడ్డాయి. ఈ కేన్యానులన్నీ కుండలపటి ఉన్నతప్రదేశాలను V ఆకారపు లోయలు కలిగిఉన్నాయి.

### ద్వీపములు, పగడపు మిట్టలు

చిన్నచిన్న రాళ్ళుదగ్గరనుంచి అస్థిలియావంటి పెద్దద్వీపాలవరకూ సముద్ర ద్వీపాలు రకరకాల పరిమాణాలలో ఉంటాయి. పటలవిరూపణము, తరంగ విక్షేపణము, తరంగాపరదనము, అగ్నిపర్వతక్రియాశీలత, జీవుల క్రియాశీలతల వల్ల ఈ దీవులు ఏర్పడుతాయి.

జీవుల క్రియాశీలతవల్ల ఏర్పడ్డ దీవులు పగడపు దీవులు పగడపు పురుగులు సముద్రంలో  $20^{\circ}\text{C}$  కన్న తక్కువకాని ఉష్ణోగ్రత ఉన్నచోట నివసిస్తాయి. ఈ పగడపు పురుగులు సముద్రపునీటినుంచి కాల్షియం కార్బనేటును స్రవిస్తాయి. పగడపుజీవుల శరీరావశేషాలు సంచితంఅయి ఏర్పడిన దీవులనిగాని, సన్నని పొడుగుపాటి గోడలనుగాని పగడపు రీఫ్లు (ప్రవాళభిత్తి) అంటారు. సముద్ర తీరానికి దగ్గరలోఉన్న రీపును తీరస్థప్రవాళభిత్తి (*fringing reefs*) అంటారు. తీరానికి దూరంగా, తీరానికి సుమారు సమాంతరంగాఉన్న రీఫ్ని రోడ్డిప్రవాళభిత్తి (*barrier reef*) అంటారు ఒక లాగూన్చుట్టూ ఇంచుమించు వృత్తాకారంలో ఏర్పడ్డ రీఫ్ని అటోలు (*atoll*) అంటారు. ఆల్గే (*algae*) అనేవి మంచినీటి తోనూ, ఉప్పునీటిలోనూకూడా నివసించే సూక్ష్మవృక్షసంబంధమైన జీవులు. ద్రావణములోనుంచి అవి కాల్షియం కార్బనేటును అవక్షేపించి 'టఫా' (*tufa*) అనబడే నిక్షేపాలను ఏర్పరుస్తాయి.

హిందూదేశానికి సంబంధించిన దీవులు బంగాళాఖాతంలోనూ, అరేబియా సముద్రంలోనూకూడా ఉన్నాయి. బంగాళాఖాతంలోఉన్న దీవులు సముద్రంలో మునిగిఉన్న పర్వతాల కొనలే. అరేబియాసముద్రంలో ఉన్నవి పగడపు దీవులు.

బంగాళాఖాతంలో ఉన్న ద్వీపపుంజము ఉత్తర ఈశాన్యదిశనుంచి దక్షిణ-ఆగ్నేయదిశకు వ్యాపించి  $6^{\circ}45'$ ,  $14^{\circ}$  ఉత్తరఅక్షాంశములమధ్యను,  $92^{\circ}$ ,  $94^{\circ}$  తూర్పురేఖాంశములమధ్యను ఉన్నాయి. ఈ ద్వీపపుంజంలో ముఖ్యమైనవి అండమాన్ నికోబార్ దీవులు. వీటికి అవతల బేరన్, నర్కోండమ్ దీవులు ఉన్నాయి ఇవి ఆరిపోయిన అగ్నిపర్వతాలు

అరేబియాసముద్రంలో అమీన్ దీవి, అక్షద్వీపాలు, మిసీకోయ్ ద్వీపాలు ఉన్నాయి. ఇవి అన్నీ పగడపు దీవులే. వీటికన్నింటికీ తీరరేఖకు సమీపంలో తీరస్థప్రవాళభిత్తికలు ఉన్నాయి



పదునేడవ ప్రకరణము

## తీరరేఖలు - తీరస్థదృశ్యములు

తరంగాపరదనము

సముద్రక్రియ, తత్ఫలితములనుగురించి ఈ ప్రకరణములో మరికొంత తెలుసుకుందాం. తీరములలో మార్పులు తీసుకురాగల శక్తి ముఖ్యంగా పోటుపాటుల తరంగములవలన నీటి కదలికలనుంచి వస్తోంది. సముద్రతీరముల భౌతిక, భౌగోళిక అభివృద్ధితీరపు రిలీఫ్ మీదనూ, అక్కడి శిలల సంరచన, సంయోజనముల మీదనూ ఆధారపడి ఉంటుంది

అలలు విరిగేటంత వాలునేల ఉంటే నీరు బలంగా తీరాన్ని తాకుతుంది. ఈ ద్రవపేరిత పీడనము నిట్రమైన కొండలనుంచి బండరాళ్ళను తొలగిస్తుంది. రాళ్ళమధ్యనున్న సందులలోనూ, పగుళ్ళలోనూ ఉన్న గాలి విరిగే అలలవల్ల సంకోచించిపడుతుంది. అలలు తిరిగి వెనుకకు వెళ్ళిపోయినప్పుడు హఠాత్తుగా ఆవత్తిడి తగ్గిపోతుంది. వ్యాకోచించే గాలి ఒక్కసారి పేలినట్లే, వదులువదులుగా ఉన్న బండరాళ్ళను బయటికి తోసివేస్తుంది. రాతిముక్కలతో కలిసిన బలమైన తరంగాలు నిట్రపుకొండను తరుచు ఢీకొంటే తీరాన్ని నాశనంచేయగల శక్తివంతమైన కారకం కాగలదు.

పోటుసమయంలో తీరంమీద విరిగే అలల ఎత్తు తరంగముల ప్రత్యక్షక్రియకు గరిష్ఠపరిమితి అనవచ్చు. కాని క్రిందికోత (under cutting) వల్లనూ, గుహలు దొలవడం (caving) వల్లనూ, తరంగక్రియయొక్క మొత్తం ఫలితం చాలా అధికంగా ఉంటుంది.

మధ్యస్థమైన టౌన్నత్యంకలిగిన తీరస్థభూమిని తరంగములుకోస్తే నిట్రమైన తీరం ఏర్పడుతుంది దీనిని “సాగరభృగువు” (sea cliff) అంటారు (21 వ చిత్రపటం) అటువంటి భృగువు తరంగాపరదనంవల్ల వెనుకకు క్రమంగా జరుగుతుంది భూభాగంవైపున భృగువుకీ, సముద్రంవైపున తరంగక్రియవల్ల

రోతు అధికం అవుతున్న నీటికి మధ్య అగభీరజలమగునట్లుభూమి (shallow water shelf) ఏర్పడుతుంది దీనిని తరంగకృత్తవేదిక (wave cut terrace) అంటారు ఈ తరంగకృత్తవేదికను బెంప్, షెల్ఫ్, ప్లాట్ ఫారమ్, మైదానం అనికూడా అంటారు. తీరరేఖ భూభాగంవైపు కోయబడినప్పుడు స్టేకులు (stacks = అగ్నిస్తంభములు) గుహలు, కోవ్ లు (coves = అశునివేదికలు) ద్వీపములు, తదితర అపరదనావశేషములు తరంగకృత్తవేదికలమీద వదిలిపెయ్యబడుతాయి. భృగువుల క్రిందిభాగాలు సులభంగా కోయదగిన రాళ్ళను కలిగిఉంటే తరంగక్రియవల్ల సాగరియ గుహలు (sea caves) ఏర్పడతాయి. శిలాతీరంవెంబడిని అసమానంగా తరంగాపరదనం జరిగితే భృగుభాగాలు కొన్ని ఏకాంతంగా వదిలిపెయ్యబడతాయి. వీటిని స్టేకులు అంటారు. తీరం వెంబడిని త్వరగా అరిగిపోయే శిలలు కరినశిలల మధ్యను ఉంటే తరంగాలు మెత్తని శిలలను అరగదీసి కోవలను, అభాతములను (bays) ఏర్పరుస్తాయి. కరినశిలావాగాలు ముందుకు పొడుచుకొనవచ్చి బోభూములు (head lands) ఏర్పడుతాయి

తరంగకృత్తవేదిక భూమ్యుత్థాపనంవల్ల సాగరియ అపరదిత మైదానం (plain of marine erosion) అవుతుంది కొన్నివిషయాలలో ఇది నదీనిర్మితప్రాయ మైదానాన్ని పోలిఉంటుంది. అటువంటి వేదికాతలము వివిధ సంయోజన సంరచనలుగల అనేకరకాల శిలలలోనికి కోసుకుని విస్తరించిఉంటుంది. నదీనిర్మితప్రాయ మైదానంలోకన్న దీని ఉపరిభాగం మరింత సున్నగానూ, అపరదనావశేషాలు మరింత నిట్రమైన పక్కలు కలిగి ఉంటాయి. నిట్రమైన పక్కలుగల ఏకాంత శిలలు (ఒకప్పుడవి దీవులు) కలిగిన సముద్రాపరదితదీర్ఘమైదానానికి చక్కని ఉదాహరణ ఒకటి ఇండియాకు తూర్పున కనబడుతుంది.

సముద్రతీరంలో అలలకు అందుబాటులోగల అదృఢపదార్థనిక్షేపాలను బీచ్ లు అంటారు వాలు తక్కువగాఉన్న తీరస్థమైదానములందు ఇవి చక్కగా ఏర్పడతాయి. తరంగనిర్మితవేదికలు సన్నంగా ఉన్నచోట, అధఃప్రవాహములు, తీరస్థ ప్రవాహాలూ నేలను కోయగా వచ్చిన పదార్థాలను తీసుకుపోయి రోతునీటిలో విక్షేపిస్తాయి ఈ విధంగా తీరరేఖకు దూరంగా క్రమంగా బీచ్ లు ఏర్పడుతాయి. ఈ విధంగా సముద్రంలోకి నేల విస్తరిస్తుంది. కొన్ని బీచ్ లు శిఖరం కలిగి రిడ్జిల

వలె ఉండి, సముద్రంవైపుకన్న ఊమివైపు ఎక్కువ నిటంగా ఉంటాయి మరియు తీరంమీద అలలచేతనూ, ప్రవాహాలచేతనూ విస్తరింపబడిన నిశాల అవక్షేప ఫలకములు. వాటిలో ఇసుక, కంకర లేక గులకరాళ్లు ఉండవచ్చు.

అధఃప్రవాహాలవల్ల సముద్రంలోకి మోసుకుపోబడిన ద్రవ్యం తరుచుగా తీరానికి కొద్దిదూరంలో సంచితమై తీరానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా పొడుగ్గా రోధీపులనను (*barrier beach*) లేదా రోధీరోధికలు (*barrier bars*) లేదా రోధీద్వీపములు (*barrier islands*) ఏర్పడుతాయి. ఈ రోధికలకూ, తీరానికి మధ్య గల అగభీరజలప్రాంతాన్ని లాగున్ (*lagoon*) అనిగాని, జలనంధి (*sound*) అని గానీ అంటారు.

అవక్షేపసాంద్రమైన తీరప్రవాహం కోవ్దగ్గరకుగాని, తీరస్థమైన ఇరుకైన అఖాతంలోకికాని ఎస్తే తీరపు పుకరటింకరలను అనుగమించకుండా తనమార్గంలోనే ప్రవహిస్తుంది అధఃప్రవాహం అగాధమూ, నిశ్చలతరమూ అయిన నీటిలోనికి ప్రవహిస్తుంది కనుక, దానివేగం తగ్గి అది మోసుకుపోతున్న భారం నిక్షేపించబడి స్పిట్ (సంగ్గుళిత్తి) ఏర్పడుతుంది సముద్రంవైపు అవతలం (*concave*, కలిగిఉండడం స్పిట్ యొక్క సామాన్యరూపం అఖాతాన్ని పూర్తిగా గానీ, ఇంచుమించు పూర్తిగాకానీ మూసివేసేవరకూ స్పిట్ పెరిగితే దానిని బార్ (bar=రోధిక) అంటారు.

సాగరభృగువు, తరంగకృత్తవేదిక - ఈ రెండూకూడా తరంగక్రియవల్ల అరుగదీయబడి, అదృఢద్రవ్యం క్రిమంగా తరంగకృత్తవేదికయొక్క సముద్రమువైపు అంచుదగ్గరఉన్న లోతైన నీటిలో నిక్షిప్తంఅయినచోట తరంగనిర్మితవేదికలు ఏర్పడుతాయి. తరంగకృత్త, తరంగనిర్మితవేదికలు రెండూ కలిసి మహాఖండీయ మగ్గుతటభూమి ఏర్పడుతుంది.

తీరరేఖలు : పాటుపోటుల అలలగుర్తు (*wave mark*) లకు మధ్యప్రదేశాన్ని తీరం (*shore*) అంటారు. నీటిని నేలని విడదీసే రేఖను తీరరేఖ అంటారు. ఈ రెంటివిషయంలోనూకూడా రేఖ అస్థిరమైనదే.

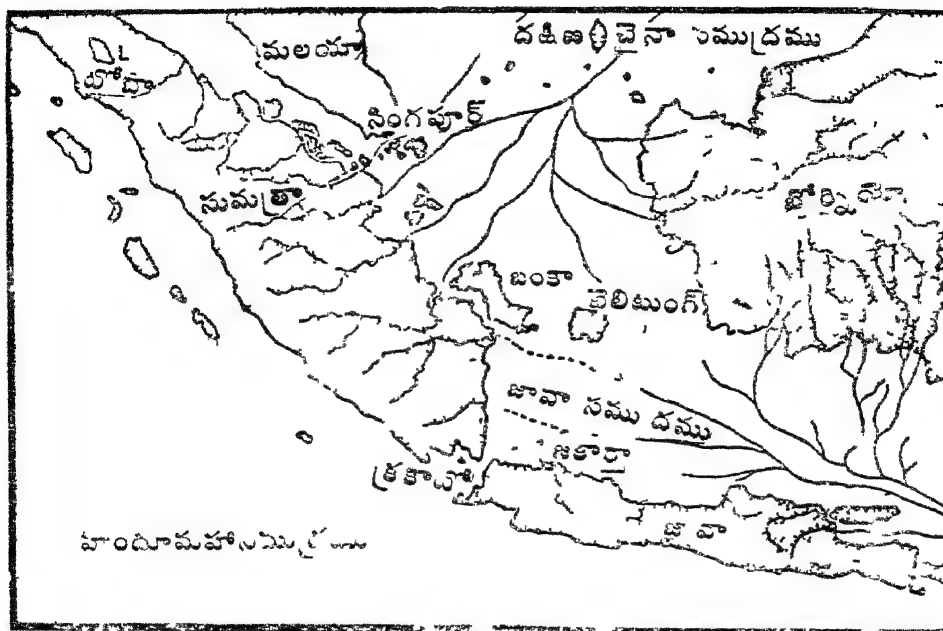
తీరరేఖలు అనేకవిధాలుగా ఏర్పడుతాయి. వాటిని నాలుగు తరగతులుగా విభజించవచ్చును. (1) విమజ్జనతీరరేఖలు (*shorelines of submergence*).

(2) ఉన్మజ్జనతీరరేఖలు (shorelines of emergence), (3) తటస్థ (neutral) తీరరేఖలు, (4) యోగిక (compound) తీరరేఖలు.

(1) నిమజ్జనతీరరేఖలు ప్రస్తుతపు తీరరేఖలలో చాలాభాగం అభినవనిమజ్జన ప్రభావమును కనబరుస్తాయి. ప్లిస్టోసీన్ హిమనదులు నాలుగుసార్లు అభియాన అపయానములు చేయడంవల్ల సముద్రపుమట్టంలో పెద్దమాడ్పులు రావడమే ఇందుకు కారణం. హిమనదీకరణం ఆత్యున్నతస్థితిలో ఉన్నప్పుడు సముద్రమట్టం ఇప్పటికన్న కనీసం 300 మీటర్లు క్రిందికి ఉండేది. వెనుకటి హిమనదీ అపయానం వల్ల మంచు కరగడంవల్ల నీటిమట్టం పైకిలేచి, మాభాగంగా ఉన్న ప్రదేశాలను ముంచిపోసింది ఇప్పుడున్న హిమనదులు అన్నీ గనుక కరిగిపోతే సముద్రమట్టం 60, 70 మీటర్లు పెరుగుతుందని అంచనా. నిమజ్జనానికి మరొకరకం నేల శిగడం, కొండలు, లోయలుగల ప్రదేశం సముద్రంలో మునిగిపోలే, తీరరేఖ చాలా వంకరిటింకరగా అభాతములతో, సింధుశాఖలతో, ఎచ్చువరిలతో, జలసంధులతో, ఫియోర్డులతో, తీరసమీపస్వీపములతో నిండిఉంటుంది సముద్రజలం లోయలలోకి ప్రవేశిస్తే ఎప్పుడూ ఏర్పడుతాయి. అవి సాపేక్షంగా అగభీరములై ఉంటాయి. రిలీఫ్ అధికంగా ఉన్న హిమనదీకృతప్రదేశాలలో సముద్రమట్టానికి బాగా కిందుగా లోయలు కోయబడుతాయి, మంచు కరిగినప్పుడు సముద్రజలం లోయలలో ప్రవేశించి ఫియోర్డులు ఏర్పడుతాయి సన్నంగా, పొడవుగా, నిట్రముగా మనుషులయిన పార్శ్వములతో, చాలా లోతుగా ఉండే సముద్రబాహువులను ఫియోర్డులు అంటారు.

అండమానుదీవుల తీరరేఖ బహుధాతువంతులితమై ఉంది. అండమాన్, నికోబార్ దీవుల చీలిపోయే ఫియోర్డులు ఈ దీవుల నిమజ్జనఫలితంగా ఏర్పడ్డాయి.

మలయా, సుమత్రా, జావా, బోర్నియో దీవులను కలుపుతూ ఒకప్పుడు కలిసి ఉన్న ప్రదేశం ఇప్పుడు సముద్రంలో మునిగి, సముద్రపునేలమీద లోయలు కనిపిస్తూ ఉంటాయి. నిమజ్జితభూభాగానికి ఇది చక్కని ఉదాహరణ (1 శి వ చిత్రపటము). ప్రస్తుతం ఖండఖండములై ఉన్న ఈ లోయలను దక్షిణదీనా, జావా సముద్రాలలో 100 మీటర్ల లోతున మునిగిఉన్న నదీవ్యవస్థతో కలుపవచ్చు.



పటము 13. ఆగ్నేయాసియాలో మునిగిపోయిన సులపద్మ గోవా, దక్షిణాచల సముద్రతీరములందు లోతు తక్కువ ప్రాంతాలలో యింకను చూడనగును (ఉమ్మగ్రోవ్ తర్వాతి)

(2) ఉన్నజ్జనతీరరేఖలు వివర్తనకరములైనవనందు ఉన్నజ్జనతీరరేఖలు ఏర్పడుతాయి. ఉన్నజ్జనతీరరేఖలక్షణాలు కొన్ని ఈ దిగువను ఈయబడ్డాయి. (1) ఉత్తాపితతరంగకృతమైదానములు, వాటిమీద అలగ్నస్థంభములు (స్టేకులు), భూభాగంవైపు సాగరియ భృంగువులు, గుహలు ఉంటాయి. (2) తరంగనిర్మిత వేదికలు. (3) ప్రస్తుతపు సముద్రమట్టంకన్న పైకి లేవనెత్తబడిన బీచ్లు. (4) ఖండీయమగ్నతటభూమియొక్క చదునైనభాగం పైకిలేవడంవల్ల ఏర్పడిన ఋజుతీరరేఖలు.

బొంబాయి దీవికి పశ్చిమాన లేదా సముద్రంకిన్న దిశను పైకిలేచిన బీచ్ ఉంది. తూర్పున లేదా హార్బరుకిన్న వైపున మునిగిపోయిన అడవి ఉంది. ఉత్తర దక్షిణ ప్రంశరేఖకు రెండువైపులా పరస్పర వ్యతిరేకదిశలలో భూచలనములు జరిగినట్లు, లేదా ఆ దీవి పంగినట్లు దీనినిబట్టి తెలుస్తోంది.

తీరస్థ తీరరేఖలు నిమజ్జనంమీదగావి, ఉన్మజ్జనంమీదగావి ఆధారపడని లక్షణాలు కలిగిఉన్న తీరరేఖలను తీరస్థతీరరేఖలు అంటారు. దెల్టాతీరరేఖలు, వగడపుదీవుల తీరరేఖలు, అగ్నిపర్వతాల తీరరేఖలు, ఇసుకదిబ్బల తీరరేఖలు భ్రంశములవల్ల ఏర్పడ్డ తీరరేఖలూ ఈ తరగతికిందికి వస్తాయి

(4) యౌగికతీరరేఖలు (Compound shorelines) మట్టము తరచు పైకి కిందికి కదలడంవల్ల ఉన్మజ్జన నిమజ్జన లక్షణాలు రెండింటినీ ప్రకటిస్తున్న తీరరేఖలు ఇవి.

### భారతదేశపు సముద్రతీరము

పడమటితీరము ఇండియా పడమటితీరమైదానము సముద్రానికి, పడమటి కనుమలకి మధ్యగల సన్నని 10—25 కి. మీ. వెడల్పుగల జ్వేత్రంలో ఉత్తరాన సూరత్ నుంచి, దక్షిణాన కన్యాకుమారివరకూ విస్తరించిఉంది. ఉత్తరపుకొనవి కచ్చి, కిఠియూర్ ద్వీపకల్పాలు, గుజరాతులో పూర్తిగా విస్తరించిన విశాల మైదానమూ ఉన్నాయి. దక్షిణానఉన్న తీరమైదానాలను కొంకిణ, కర్ణాటక, కేరళ తీరమైదానాలుగా విడదీయవచ్చును. ఇవి క్రమంగా మహారాష్ట్ర, మైసూరు, కేరళ రాష్ట్రాలలో ఉన్నాయి. చీరస్థనరస్సులు అనేకం ఉండడమూ, అవి కాలువలచేత కలుపబడడమూ పశ్చిమతీరమైదానాల ప్రత్యేకలక్షణం.

కచ్ చ్విపకల్పం ఒకప్పుడు సముద్రంచేతనూ, లాగూనులచేతనూ పరివృతమైన ద్వీపం. గ్రేట్ రాన్ ఆఫ్ కచ్, లిటిల్ రాన్ ఆఫ్ కచ్ అనేవి తరువాత పైకి లేవనే తీరుగా వర్షపాతం తక్కువకావడంచేత ఈ ప్రాంతంలో నిర్జలక, అల్పజలక లక్షణాలు, ఇసుకదిబ్బలు, సైకతమైదానాలు, నగ్నశైలములువంటి భౌతికఅకృతీతత్వ (physiographic) లక్షణాలు కచ్ ద్వీపకల్పంలో కనబడతాయి.

గ్రేట్ రాన్ అనేది నల్లని సిట్టతో ఉప్పురికిన విశాలమైదానం. ఇది సముద్ర మట్టానికి కొద్దిమీటర్ల ఎత్తున మాత్రమే ఉంది. కొన్నిచోట్ల సముద్రమట్టంకన్న పల్లంలోనే ఉంది. ఇసుకతోనూ, రాళ్ళతోనూ నిండిన గడ్డి మొలిచే చిన్న చిన్న ఖాగాలు ఈషరమైదానంలో ద్వీపాల్లా పైకిలేచి ఉంటాయి. ఏటా నదులవల్లనూ, సముద్రపుపొంగువల్లనూ రాన్ కి వరదలు వస్తాయి.

అది ఒక చిన్న చిన్న దుకానం. దీనిలో లాన్ ఆఫ్ కిట్, హాన్ ఆఫ్ కాంబే అనే రెండింటి లాన్లు. సోనరస్సు ఈ ద్వీపకల్పాన్ని తూర్పు ఈశాన్య దిక్కులలో చుట్టి ఉన్నాయి. మధ్యలో ఉన్న ఉన్నతమ భూమి (table land) లో ఈ ద్వీపకల్పంలోని నదులు ఉన్న పుట్టి. అన్ని దిశల నుంచి బయటికి ప్రవహిస్తాయి దక్షిణాన కెట్టె పల్లెని కొండలు ఉన్నాయి (గిర్నారోఖిరం 11' మీ. ఎత్తు). గిర్నారోఖిరం ఉన్న దట్టమైన అరణ్యాలు హిందూ దేశం నుంచి సులభంగా నివాస భూములుగా ప్రసిద్ధి కెక్కింది. ఇక్కడి కొండలలో చాలా భాగం అగ్నిపర్వత సంబంధమైనవి. ఇవి కుయెస్టా మాదిరి. సముద్రావైపున భూమివైపున ఉన్న ఎక్కువ చోట్ల గలవి.

గుజరాతు మైదానాల కింది వార్తకి తూర్పున అంబర ఉన్నత భూములవరకూ విస్తరించి ఉన్నాయి. సవనోడమృత్తిక (లోయస్) తీరప్రాంతంలో చాలా భాగం మీద విస్తరించి ఉంది అవక్షయకాలం లుబ్ధక ప్రాంత మాద్యకృములు కలిగి ఉంటాయి.

కొండల ప్రాంతంలో బసాల్టిక్ ట్రాప్ భృగువులు ఎరువు కనిపిస్తాయి. ఇది గోవాకు ఉత్తరమునంచి డామన్ వరకూ విస్తరించి ఉంది. విస్తరించి ఉంది బొంబాయి నగరానికి సమీపంలో నిమగ్న అరణ్యాలు, పైకిలేచిన అరణ్యాలు కూడా ఉన్నాయి. ఈ దేవికలు సగడమిద్దలతోగానీ, చివలు చివలు నుంచి అరుదున్న శంఖమార్దవ. అంబరములతోగానీ ఎర్పడి ఉంటాయి. బొంబాయి నగరానికి దక్షిణాన శిలాతీరంలో చిన్న చిన్న అభాతముల ప్రాంతం, కోవ్లా ముందుకు విడుచుకు ఎచ్చిన శిల భూములకూ మధ్యను ఉన్నాయి. తెల్లని ఇసుకతో కూడిన అందమైన బీచ్లు ఉన్నాయి ఇక్కడ.

కర్ణాటక తీరంలో భృగువులు చాలా ఉన్నాయి. ఈ ప్రదేశంలో ముఖ్యమైన నది షారావతి. ఈ నది మైదానంలో ప్రవేశించేముందు 275 మీటర్ల ఎత్తున్న కొండమీద నుంచి గెర్నోసా (లేక జోగ్ జలపాతం) అనే చోట కిందికి దూకుతోంది. మైదానాల వెడల్పు ఎక్కడా 24 కి. మీ. మించి లేదు. చాలాచోట్ల 8 కి. మీ. మాత్రమే కూడానూ.

కేరళ మైదానాలు సాపేక్షంగా విశాలంగానూ, కొండలు తక్కువగానూ ఉంటాయి. తీరం వెంబడించి అనేక నదులు లేక పశ్చిమములు (కయాల్స్)

ఉన్నాయి. వీటిలో అన్నింటికన్న పెద్దది వెంబనాడ్ కయాల్. ఇది 80 కి. మీ. దూరం విస్తరించి ఉంది.

హద్దులం: మద్రాసు, ఆంధ్రప్రదేశ్ మైదానాలు కన్యాకుమారి అగ్రంనుంచి ఉత్తరంగా కృష్ణా, గోదావరీ డెల్టాలవరకూ 1100 కి. మీ. పొడవున 120 కి. మీ. సగసరి వెడల్పుతో విస్తరించిఉన్నాయి. ఇంకా ఉత్తరానికివెడితే కొండలు సముద్రానికి దగ్గరలో ఉంటాయి. తీరస్థమైదానాలు మళ్ళీ బరంపురానికి ఉత్తరాన విశాలమై, చిల్కాసరస్సు, మహానదీడెల్టా, బాలాసోర్ తీరస్థమైదానంవరకూ విస్తరించి, అక్కడ గంగానదీడెల్టా మైదానాలతో కలుస్తున్నాయి.

మద్రాసు లంఠలో కావేరీడెల్టా అతిముఖ్యమైన భౌతిక ఆకృతిక విశేషం.

లంఠా మైదానాలు బరంపురంనుంచి మద్రాసునగరానికి 50 కి. మీ. దూరంలో ఉన్న పులికాటుసరస్సువరకూ విస్తరించిఉన్నాయి. దక్కనులో అన్నింటికన్న పెద్దపక్షిలైన కృష్ణా, గోదావరులు ఈ ప్రదేశంలో ప్రవహించి, డెల్టాలను ఏర్పరుస్తున్నాయి. ఈ రెండు డెల్టాలకు మధ్య కొల్లేరుసరస్సు ఉంది. ఖొండలైట్ రెలలో కొత్తైన గోల్డెనికోసి, కృష్ణానది విజయవాడవద్ద తీరస్థమైదానంలో ప్రవేశించి, 50 కి. మీ. ప్రవహించి సముద్రంలో పడుతోంది. గోదావరీనది పోలవరం దగ్గర గోల్డెనికోసుంచి బయటికివచ్చి, మైదానంలో ప్రవేశించి, వెంటనే రెండుశాఖలుగా విడిపోతుంది. వీటిమధ్య ప్రధానమైన డెల్టా ఉంది.

బరిస్సా మైదానంలో మహానది డెల్టా ఉంది. దీని శీర్షం దగ్గర కటక్ ఉంది. ఈ డెల్టాయొక్క సముద్రాభిముఖక్షేత్రం గంగా డెల్టాకన్న తిన్నగా ఉంటుంది. దీని చివరలను ఇసుకదిబ్బలు ఉన్నాయి. మహానదీడెల్టాలో అతిముఖ్యమైన భౌతిక ఆకృతికవిశేషం చిల్కాసరస్సు. ఇది కోలగా 70 కి. మీ. పొడవున్న జలాశయం. అఖాతముఖం మూసుకుపోవడంవల్ల ఇది ఏర్పడింది. ఇందులోకి రెండునదులు వచ్చిపడుతున్నాయి. ఈ సరస్సులో అనేక శిలామయద్వీపాలు ఉన్నాయి. దక్షిణాన, పశ్చిమాన కొండలు ఉన్నాయి.



## పదునెవిమిదవ ప్రకరణము

### పవనములు - వాటి పరిసంచరణము - వాటి పని

#### పవనములు ఏమిటకు కారణము

ప్రవాహోదక మంత శక్తిమంతమైనది కాకపోయినా పవనముకూడా ఒకముఖ్యమైన అవరదనకారకము. శిలాద్రవ్యపరివహనకారకము కూడానూ. ధూమ్యుపరితలానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా కదిలే గాలిని 'పవనము' (Wind) అని నిర్వచించ వచ్చును. పవనాలలో చాలా రకాలు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి వ్యాపారపవనాలు (trade winds), పశ్చిమపవనాలు (westerlies), ఋతుపవనాలు (monsoon winds), చక్రవాత (cyclones), ప్రతిచక్రవాతములు (anticyclone), హరికేనులు (hurricanes), తుఫానులు (typhoons), తొర్రెడోలు (tornadoes) మొదలైనవాటికి సంబంధించిన పవనాలు, పర్వతప్రాంతపవనములు, లోయలలోని పవనాలు, భూసాగరపవనములు మొదలైనవి. పవనములు పీచడానికి ముఖ్యమైన కారణం ఏమిటంటే, సూర్యరశ్మిచేత భూవాతావరణం అనమానంగా వేడెక్కి, వేరువేరు ప్రదేశాలలో గాలివత్తిడి వివిధంగా ఉండితే, భూపవనములు, సాగర పవనములు ఏటికి ఉదాహరణలు. వేసవిలో పగటివేళ భూమి, దానిమీది గాలి వక్కనేఉన్న సముద్రము, దానిమీది గాలికన్న అధికంగా వేడెక్కుతాయి. ఆకారణంచేత భూమిమీది గాలి పైకిలేవగా గాలివత్తిడి తగ్గుతుంది అప్పుడు చల్లగానూ, బరువుగానూ ఉన్న సముద్రపుగాలి భూమిమీదికి వీస్తుంది. ఇదే సాగరపవనము రాత్రివేళ ఈ పరిస్థితులు తారుమారు అవుతాయి భూమిమీది గాలి సముద్రంమీదికి వీస్తుంది దీనిని భూపవనం అంటారు.

#### వ్యాపారపవనాలు

ధ్రువప్రాంతాలలో గాలి భూమధ్యరేఖాప్రాంతంలోని గాలికన్న చల్లగా ఉంటుంది. కనుక, భూమి తనచుట్టూ తాను తిరుగకుండా ఉన్నట్లుతే, వేడెక్కిన గాలి భూమధ్యరేఖవద్ద పైకిలేచి, ద్రువములవైపు వీస్తుంది. ద్రువములవద్ద చల్ల బడి, బరువెక్కి, భూమధ్యరేఖవద్దకు తిరిగి వస్తుంది. కాని భూమియొక్క ఘుర్జనం

(rotation) తనచుట్టు తాను తిరుగుతూ సూర్యునిచుట్టూ తిరగడంవలన ఈ పవనాల మార్గం మళ్లించబడుతుంది. భూమధ్యరేఖనుంచి ధ్రువప్రాంతాలకు వీచే ఉన్నత పవనాలు తూర్పుదిక్కుగానూ, ధ్రువములనుంచి తిరిగి భూతలంమీదుగా వీచే పవనాలు పశ్చిమంగానూ విక్షేపించబడుతాయి (deflected) కనుక ఇవి “ప్రాకృతపవనాలు” (easterlies) అనబడుతాయి. ఈశాన్యవ్యాపారపవనాలు, ఆగ్నేయ వ్యాపారపవనాలు అనేవి భూమధ్యరేఖకు రెండువైపులాఉన్న విశాలమైనక్షేత్రంలో వీస్తాయి. ధ్రువప్రాంతాలలో ఇంత నియమితంగా వీచవు. ధ్రువీయప్రాకృతపవనాలకి ఉష్ణమండలవ్యాపారపవనాలకి మధ్యని అనియమిత పశ్చిమపవనక్షేత్రం ఉంది. ఇక్కడ వాతావరణం కల్లోలితంగానూ, తరుచు మారేదిగానూ ఉంటుంది.

భూమధ్యరేఖావిషువ ప్రశాంతమండలము (equatorial doldrums) నుంచి వైకిలేచిన వెడక్కిన గాలి 10 నుండి 13 కిలోమీటర్ల ఎత్తున ధ్రువములవైపుకు మళ్ళి భూమధ్యరేఖకన్న ఎక్కువైన అక్షాంశములలో ప్రవేశిస్తుంది. 30° ఉత్తర దక్షిణ అక్షాంశములదగ్గర (భూమధ్యరేఖకన్న 13% చిన్నవి) గాలి ఎక్కువగా ప్రవేశించి, వత్తిడి పెరుగుతుంది. గాలి కిందికి కదులుతుంది. ఇవి వత్తిడి ఎక్కువగాఉండే ఉప-ఉష్ణమండల ప్రశాంతక్షేత్రములు వీటిని “శాంత అక్షాంశములు” (horse latitudes) అంటారు క్రిందికి కదిలే గాలి భూమధ్య రేఖావిషువవ్యాపారపవనములుగానూ, ధ్రువములవైపు సర్పిలించే (spiral) అనియమితపశ్చిమపవనాలుగానూ విభక్తమవుతాయి. ఈ పశ్చిమపవనాలు ధ్రువముల నుంచి నేలబారున వీచే శీతలపవనములతో ఢీకొనడంవల్ల వాతావరణం కల్లోలిత మవుతుంది

ఉత్తరార్ధగోళంలో శీతలమైన ధ్రువప్రాంతపుగాలి శీతాకాలంలో బాగా దక్షిణానికి వీచి, వేసవిలో మళ్ళీ ఉత్తరానికి తిరిగివస్తుంది. అదేవిధంగా దక్షిణార్ధగోళంలో, శీతాకాలంలో ఉత్తరానికి, వేసవిలో దక్షిణానికి పవనం వీస్తుంది. ఈ ధ్రువీయ అగ్రముయొక్క విస్తరణము (spread of this polar front) సముద్రంమీద కన్న నేలమీద విశాలంగా ఉంటుంది; దీనికి కారణం నీరు వేడిని పీల్చుకోవడం లోనూ, వదిలిపెట్టడంలోనూకూడా సాపేక్షంగా, మందంగా ఉండడంచేత మహాసముద్రాలు మండికరణసాధనములుగా పనిచేస్తాయి

## చక్రము, చక్రచక్రవాతములు

ప్రతి అర్ధగోళములోనూ భూమి సంకమనప్రవాహాలు (ocean currents) ఏర్పడుతాయి. అత్యున్నత పర్వతపర్వతములు జన్మించిన గానీ, ధ్రువములలో మధ్య కేంద్రీకృత అయిఉంటాయి. అది తిన్నగా స్రవములవైపు పీచు, బాగా ఉత్తరార్ధగోళం దిశగా కేంద్రీకృతము అవుతుంది. వాటి వల్ల వాటిలో భింపరములు ఏర్పడతాయి. పీచిని ఏ కవాతములు, చక్రచక్ర వాతములు అంటారు.

సూర్యపీడనరేఖలు (solar wind) సముద్రమునకు దగ్గరగా ఉన్న ప్రదేశాలను కురిపే రేఖలు) సంవృతచక్రములు (cyclones) ఏర్పడే అదోవాతావృతపీడనం ఉండని అనవృత్తు (depression) లేక చక్రవాతము అంటారు. సంవృతచక్రములు ఏర్పడే ఉన్నతవాతావృతముల కేంద్రాన్ని చక్రచక్రవాతం అంటారు. పీడనం ఎక్కువగా ఉన్నచో, సూర్య రక్తస్పృశగాకన్న చోటికే ఎల్లప్పుడూ గాలి ప్రవహిస్తుంది. వాయుప్రవాహములు, అంతేకాక ప్రదేశాల పీడనముల భేదంమీద (లేదా పీడనప్రవణతమీద) అభివృద్ధి చెందుతాయి. ఉత్తరార్ధగోళంలో చక్రవాతవాతములను హిమావర్త (anticyclone) ఎడలో సర్పిలం (spiral) గా ఉంటుంది. గాలి పైకి కదలిపోవడంవల్ల క్రింద అదోపీడనప్రదేశం ఏర్పడి, చుట్టుపక్కల ప్రదేశాలనుంచి గాలి ఆ ప్రదేశాన్ని ఆక్రమించడానికి వస్తుంది. చక్రవాతమవ్యక్షేత్రంలోని పైకిఎగసే వాయువు పీడనం తగ్గుతున్నాడీ వ్యాపించిస్తుంది. వ్యాపించినవల్ల చల్లబడి ఆ గాలిలోని తేమ ద్రవితమై సర్పిలం పడుతుంది.

ప్రతిచక్రవాతములలో ఉత్తరార్ధగోళంలో వాయుచలనములు దక్షిణహస్తీయ (right-handed), నిర్గమీ (outward) సర్పిలములుగా ఉంటాయి, కనుక వాయువులు దక్షిణావర్త (clockwise) దిశలో ప్రవహిస్తాయి. ప్రతిచక్రవాతము లలోకన్న చక్రవాతములలో పవనములు బలవత్తరంగా వీస్తాయి.

బంగాళాఖాతపు చక్రవాత తుఫానులలో చాలాభాగం ఆఖాతంలోనే ఉద్భవించి, వాయవ్యదిశలో కదిలి, బెంగాలు, బీహారు, ఒరిస్సాలలో ప్రవేశిస్తాయి.

ఒక్కొక్కప్పుడు అవి ద్వీపకల్పాన్ని చాటి అరేబియాసముద్రంలో కూడా ప్రవేశిస్తాయి.

ఉష్ణమండలమహాసముద్రప్రాంతాలు విపరీతం వేడెక్కినప్పుడు, వాయు ప్రవాహాల వేగంగా పైకిలేచి హరికేనులు (hurricanes) అనబడే చారుణవిధ్వంస కక్షమైన ఉపశాలను సృష్టిస్తాయి. హరికేన్ అనేది కరీబియన్ ద్వీపం చానికి దీర్ఘపుగాలి అని అర్థం. ఇది అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలో, మెక్సికో కరీబియన్ సుఖ్యభివా అనబడే ప్రాంతాల్లోనూ అధికం ఉంటాయి. భూముల అతేది ఇదే సమయే ప్రదంబమై గురి అయి ఇవి పసిఫిక్ మహాసముద్రంలో ముఖ్యంగా ఆస్ట్రేలియా, జపానుల దగ్గరకు ముగా వస్తూఉంటాయి. హిమాలయమహాసముద్రం లోని దక్షిణమహాసముద్రం వలన వలన అంటూ సముశీతోష్ణమండలం లో సానునగ్రమై ఉత్తరాతీములు సుమారు 1500 కి మీ. మేర విస్తరించి ఉంటాయి. హరికేనులు, తుఫానులు 50—450 కి. మీ. వ్యాసం మోతం కలిగి ఉంటాయి. తమ పీకావి 9.5 గ్రే బియ్యటి అంచునుంచి పీకన తక్కువగా ఎడే మధ్యధాగానికి (తుఫాను సీప్రాన్) పెద్ద పీడనప్రకారత చాలా వాటగా ఉంటుంది. వేడిగానూ, రేడుగానూ ఉండే సముద్రం గంటకి 150—200 కి మీ వేగంతో ఒక్కొక్కప్పుడు 500 కి మీ వేగంతో కూడా పైకిలేస్తుంది. పైకిలేచే గాలి వ్యాకోచించి, పల్లబిదుతుంది గాలిలోని తేమ ప్రవితమై కుంభవృష్టి కురుస్తుంది.

తీవ్రమైన హరికేనుకి ఉపశాలగా వార్షికో ఉద్భవిస్తుంది. ఇది అతివేగంగా తిరిగే నన్నని వాయుస్తంభం. దీనివ్యాసం 2 కి మీ. తు లోపుగా, తక్కువ ఇంత కన్న బాగా నన్నంగా ఉంటుంది. ఘూర్జనం (rotation) అతితీవ్రంగా ఉండి తొర్నెడో విపరీతమైన నష్టం కలిగిస్తుంది. దీనితరువాత కుండపోతగా వర్షం కురుస్తుంది.

### ఋతుపవనములు

“మిస్సూన్” అంటే మలయాళాషలో “ఋతువు” అని అర్థం. ఋతుపవనాలు రావడానికి, పోవడానికి కారణం ఇండియా భూభాగంమీద ఉత్తర దక్షిణాయనాలలోపడే సూర్యుని వేడిమిలో భేదాలు ఉండడమే. ఋతువునుబట్టి మారే ఋతుపవనాలు రాత్రి పగలూ వీచే భూపవనమూ సాగరపవనమూ వంటివి.

భూసాగరములు అనమానంగా వేడెక్కడంవల్ల సాధారణంగా చల్లనిప్రదేశాల నుంచి ఉష్ణప్రదేశాలకు వీస్తాయి.

వేసవిలో, భూఅక్షము వంగిఉండడంచేత మధ్యాహ్నరేఖలమీది ఉష్ణతమ ప్రదేశాలను కలిపే రేఖ (దీనిని ఉష్ణరేఖ అందాం. ఇది సమోష్ణరేఖకాయనుమా) ఉత్తరదిశగా కదులుతుంది. అప్పుడు మధ్యఅసియాలోని భూభాగములు, భూమధ్యరేఖకు దగ్గరగాఉన్న హిందూపసిఫిక్ మహాసముద్రాలలోని నీటికంటె ఎక్కువ వేడిమిని సూర్యుడినుండి గ్రహిస్తాయి సమానమైన ఉష్ణశక్తిని పీల్చుకున్నప్పటికీ నీటికింటె నేల ఉష్ణోగ్రత అధికమవుతుంది. అటువంటి పరిస్థితుల్లో ఎక్కువ ఉష్ణశక్తిని అందుకునే మధ్యఅసియా చాల వేడిగా ఉండడానికి ఇదీ కారణం వేడెక్కిన గాలి పైకిలేస్తుంది. దక్షిణంనుంచి, తూర్పునుంచి చల్లనిగాలివత్తిడి తక్కువగాఉన్న ప్రదేశంలోకి వస్తుంది.

మామూలుగా భూమధ్యరేఖకు ఉత్తరంగాఉన్న హిందూమహాసముద్రంమీదుగా వీచవలసిన ఈశాన్యముతుపవనాలు ఉత్తరాభిముఖమైన బలీయమైన ఈ పవనాలకు లోబడుతాయి ఆగ్నేయముతుపవనాలు భూమధ్యరేఖమీదుగా లాగబడి, కుడివైపుకి త్రిప్పబడి, మే నుండి సెప్టెంబరువరకూ ఇండియామీదుగా నైఋతి ఋతుపవనాలుగా వీస్తాయి. కనుక నైఋతిముతుపవనం ఆరేబియాసముద్రంమీదుగా వీచేసరికి అది పొడిపవనంగా ఉంటుంది. కాని పడమటికనుమలను, హిమాలయాలను తాకే సరికి ఆ పవనం పైకి లేవనెత్తబడుతుంది. అక్కడ వ్యాకోచించి చల్లబడుతుంది. దానిలోని తేమ వర్షరూపంలో పడిపోతుంది. బంగాళాఖాతంనుంచి వచ్చిన ముతుపవనాలు తూర్పు హిమాలయాల దక్షిణపువాలలలో మధ్యహిమాలయాలలో కన్న విపరీతంగా వర్షించడానికి ఇదికూడా ఒకకారణం. షిల్లాంగ్ పీఠభూమి యొక్క దక్షిణపుటంచున బంగాళాఖాతానికి దగ్గరలోఉన్న చిరపుంజివద్ద వర్షపాతం అత్యధికంగా ఉంటుంది. అక్కడ సరాసరి వార్షికవర్షపాతం 1160 సె. మీ.

శీతకాలంలో ఉష్ణరేఖ దక్షిణానికి కదులుతుంది. అప్పుడు పరిస్థితులపైన చెప్పినవాటికి విరోధంగా ఉంటాయి. ఇప్పుడు ఉత్తరఅస్ట్రేలియా అధికోష్ణమా, అల్పపీడనమూగల ప్రదేశం అవుతుంది. మధ్యఅసియా విపరీతమైన చలి.

ఎక్కువ వత్తిడిగల ప్రదేశం అవుతుంది కనుక శీతాకాల ఋతుపవనం ఈశాన్య దిశనుంచి ఇండియామీదుగా వీస్తుంది.

### పవనముల భూవైజ్ఞానిక క్రియ

పవనములు అపరదనము, సంవహనము, శీలాద్రవ్యనిక్షేపముచేయడమేకాక తరంగములను, తీరప్రవాహాలనూ రేకెత్తిస్తాయి. అవి బలీయమైన క్రమికికరణ కారకములు (agents of gradation) గా పనిచేస్తాయి. ప్రహాహోదక పామనదుల విషయంలోలాగే పవనముల భూవైజ్ఞానికక్రియ ద్వివిధం (1) అపర దనము, (2) నిక్షేపణము పవనాపరదనము రెండువిధాలు, అవమూలనము (Deflation), ఒలకృతాపరదనమూనూ (corrasion). ఈ రెండుపద్ధతులలోనూ ద్రవ్యం తొలగింపబడడమూ, నురియొకచోటికి మోసుకుపోబడడమూ జరుగు తున్నప్పటికీ, అవమూలనం పనిముట్లు అవసరంలేకుండా జరుగుతుంది. బలకృతా పరదనం జరుగడానికి అరుగదీసే పరికరాల సాయం కావాలి

పవనం చురుకైన అవమూలన కారకం ముఖ్యంగా వృక్షసంపద అధికంగాలేని ప్రదేశాలలో దుమ్ము, ఇసుక (అదృఢశీలాకణములు) ఒకచోటినుంచి మరోచోటికి మోసుకుపోబడుతాయి దున్నిన నేలల్లోనూ, జలోఢమైదానాలలోనూ పదులు పదులుగాఉన్న సూక్ష్మకణీయమృత్తిక, పిట్ట బయటపడే ప్రదేశాలలోనూ అవమూలనం మరింత చురుకుగా జరుగుతుంది. గాలులు అవిరళంగానూ, బలీయం గానూ ఉండి, తత్కారణంగా అపరదనం అధికంగా జరిగే ఎడారిప్రాంతంలో ఇటువంటి కదలికలు అధికంగా కనిపిస్తాయి. అగ్నిపర్వత విస్ఫోటనాలవల్ల అపారమైన ధూళి వాతావరణంలోకి విసిరివేయబడి, గాలివల్ల, దూరప్రాంతాలకు మోసుకొనిపోబడుతుంది.

ఎడారులలో సంభవించే దుమ్ముతుఫానులనుబట్టి పవనముల అపారసంవహన శక్తి తెల్లమవుతుంది. ఈ దుమ్ముతుఫానులలో అనేక ఘనపు కిలోమీటర్ల దుమ్ము, ఇసుకతోనిండిన గాలి చాలాదూరం ప్రయాణించేస్తుంది. ఇట్టి దుమ్ముతుఫానులు ఇండియాలో తరుచు వస్తూఉంటాయి. ఉత్తరహిందూదేశంలో ఇవి మరీ ఇబ్బంది కలిగిస్తాయి. అక్కడ వీటిని “బా” అంటారు ఈ దుమ్ముతుఫానులలో చాలా

భాగం పొడిగాలిరా ఎప్పుడో నానయన ప్రవాహం వల్ల కలుగుతూ ఉన్న అల్పజలక ప్రాంతం చాలా విస్తీర్ణంగా వేరైన మామిడివల వల్ల కలిగి వీరి తీవ్రవనం (drought) కల్గి ఇంక ఉద్భవిస్తాయి ఈ తుఫానున గుంటూరు 70— 00 కో.పి. కి.గ. కు ప్రాంతం దాటింది. దాతా సమయం కు కుదుర్చుతో ఉంది సేస్తాయి

పదనది తన పని చూసి అంతే కలిగిలినది. అవభుకం కాదు. అంతా  
పరమం నీ చేయగల శక్తి నుండి, అంతా పని చేయగల శక్తి నుండి  
ఉన్నట్లులే అవి. ఇందుమీద పనిముట్లు, పనిపెట్టాయి. బలమైన గాలిత  
మెరుపుతోబాటు ఇసుకచేయబడి తరినది. అంతే అంతా అరిగి  
పోయింది. తరువాత పనిచేయగల అరిగినది. అంతా పనిచేయగలముఖ  
ఉండి, తరినప్పుడే స్థానికమైన విభేదాలుఉండి పనికరచేయగల, విచిత్రమైన  
అర్థమంతో అంతా అరుగదీయబడితాయి. 'తైలుకూ' కటిలకు విగించిన  
గాజుతలుపులు ఒక్క బలమైన దుమ్మురుపానువచ్చేసరికి అపారదర్శకంగా మారి  
పోయా ఉండడన్నిబట్టి పదముల బలక్రూపరచితకత్తి అర్థంచేసుకోవచ్చు.

పవనచాలితమైన ఇసుకరేణువుల ప్రదనశక్తి నేలకు సమీపంలో అధికంగా ఉంటుంది దీనికి కారణం పెద్దవీ ఒరువైనవీ అయిన రేణువులు గాలిచేత నేలకు కొద్దిపాటులోనే కదిలింపబడుతాయి. ఈ సమస్యను పరిష్కరించడానికి క్రింది కోత (under cutting) ముఖ్యంగా జరుగుతుంది (22 వ ఎడ్రవకు)

గుడ్డుకొనడంవల్లనూ, చొల్లడంవల్లనూ కలిగిన రాపిడివల్ల జరిగే ఆవిచ్ఛిన్న సరిఘర్షణ (attrition) ఫలితంగా ఇసుకరేణువులుగా అరిగి గుండ్రంగా అవుతాయి. ఇసుకరేణువులను గుండ్రంగా అరుగదీయడంలో సేటికన్న గాలి అధిక శక్తివంతంగా పనిచేస్తుంది. ఎడారులలో కనబడే ఇసుకరేణువుల కొన్ని నిర్దుష్టగోళాకృతిలో ఘర్షణకాచము (ground glass) వంటి ఉపరితలము కలిగి ఉంటాయి.

పవనసంపవానము : దుమ్మునీ, ఇసుకనీ గాలి అనేకవిధాలుగా మోసుకు పోతుంది తేలికగానూ, చిన్నవిగానూ ఉన్న రేణువులను గాలి పైకి మోసుకుపోయి, దూరానికి తీసుకుపోతుంది. బిరువైన ఇసుకరేణువులను నేలమీదనే దొర్లిస్తుంది.

దుమ్ముతుఫానులనుచూస్తే ఎంతటిలాద్రవ్యం అరుగదీయబడి మోసుకురాబడిందో ఊహించవచ్చు.

**వనసములు** గాలి మోసుకుపోయే ద్రవ్యం కాగం తగ్గిరింగల్ల నిక్షేపించబడుతుంది. గాలిలో తేలే ఉన్నట్లు ఒకదరిణిమలు వానపల్ల కిందికి దిగి, గడ్డి పెరుగుదలల్ల రెండూ ఒకవోట కొలువబడినప్పుడు దానిని “*రాయ్*” అంటారు. అది సాధారణంగా సూర్యకిరణాలైన పొరలుకట్టని, పసుపుగోడమనన్నెలోఓడే గరుకు “*కోమ్*” (*Coem*) అని కొద్దిగా ఘనీభూతమై అరదం కలపనని ఉగా అత్తు గోదంగా నిశ్చయపడగలిగియుంది. సాధారణంగా ఇది మందమైన నిక్షేపాలను ఏర్పరుస్తుంది.

ఇసుకదిబ్బలు (*Sand dunes*): ఇవి పల్ల ఎర్రడ్ల ఇసుకదిబ్బలను దూర్శిస్తూ ఉంటాయి (200 ఏ. మీ.లపైగా). ఎడారులలో అవి అధికంగా ఆనివిస్తున్నప్పటికీ అవి కేవలం ఎడారులకూ, అర్ధకుష్కప్రాంతాలకూ మాత్రమే పరిమితంకావు. పొడవు, దానిని ఉంచిన దిక్కు దిగినదరలమైన గాలి ఉన్నచో అవి ఎక్కడైతే సర్పిలు తాయి. అవి, అవి సున్నుల నముద్రల నైకలతీరాలతోనూ, నదుల వరద మైదానాలవద్దనూ కనిపిస్తాయి.

నేలబారుగావీస్తున్న గాలి ఇసుకను మోసుకువస్తూ పొదలు, రాళ్లవంటి ఎత్తైనవి అడ్డుకొనినప్పుడు గాలివేగం తగ్గి, అక్కడ ఇసుక నిగబడిపోతుంది. ఇసుక సంచితం అవడం మొదలుపెడితే అద్ద మరొక అధికమై మరొక ఇసుక పేరు కుంటుంది ఈ విధంగా ఇసుకదిబ్బలు ఏర్పడుతాయి. ఈ ‘*దూర్శి*’ కొద్దిమీటర్ల నుంచి 175 మీటర్లవరకూ ఎత్తు. దానికీతగ్గ పొడవు కలిగిఉంటాయి గాలి వీచే దిశ స్థిరంగాఉంటే, ఆ వీచే దిశవైపున ఇసుకదిబ్బ స్తోపు తక్కువగానూ, అనువాత దిశలో వాలు అధికంగానూ ఉంటుంది. చిన్నదిబ్బలు చంద్రవంక ఆకారంలో ఉంటాయి తరుచుగా. ఏమంటే, గాలి ఇసుకను పైనుంచీ పక్కలనుంచీకూడా విసురుతుంది కనుక వీచేది బార్చన్ (*barchan*) అంటారు. గాలివీచే దిశ తరుచు మారుతూఉంటే ఈ ఇసుకదిబ్బల ఆకారాలుకూడా అనియమితంగా ఉంటాయి. ఇసుకదిబ్బలు సాధారణంగా అపరిష్కృత స్తరములుకలిగి, ముతక



అద్దపొరలు కలిగిఉంటాయి. అందమైన అలలవంటి ఆకృతి ఈ ఇసుకదిబ్బలపైన సాధారణంగా ఏర్పడుతుంది

గడ్డి మొలవకపోతే ఈ డ్యూనులు గాలివీచే దిశలో ఒకచోటినుండి మరోచోటికి కదులుతూ ఉంటాయి. వీచేగాలి ఇసుకరేణువులను వాలు అధికంగాఉన్న అనువాత దిశలో పడవేస్తుంది. చాలాభాగం డ్యూనులు ఏడాదికి కొద్దిమీటర్లనుంచి 30 మీటర్లకుపైగా జరుగుతాయి ఒక్కొక్కప్పుడు పల్లెలూ, పట్టణాలూ ఇసుకలో కప్పబడిపోతూ ఉంటాయి.

ఇసుక డ్యూనులు పశ్చిమ ఇండియాలోని రాజస్థాన్ ఎడారిలోనూ, కొన్ని తీరములలోనూ తరుచుగా కనిపిస్తాయి మైసూరులోని కావేరీతీరస్థమైన తల్కాద్ దగ్గర ఉన్న గుడి కదిలివచ్చే ఇసుక డ్యూనులవల్ల నిరంతరమూ కప్పబడిపోయే ప్రమాదంలో ఉంది (21వ ఎ చిత్రపటం)

పవనచాలితమైన ద్రవ్యము ఎల్లప్పుడూ డ్యూనులుగా, రిడ్జిలుగా సంచితంకాదు. సాధారణంగా గాలి, ఎత్తుగాఉన్న ప్రదేశాలలోని అదృశ్యపదార్థాన్ని గాలి మోసుకు పోయి, పల్లపుప్రదేశాలలో వదిలి చదునుచేస్తుంది. లేదా పర్వతపాదములవద్ద విలువచేస్తుంది ఈ పరిస్థితి సహారా ఎడారిలో తరుచు కనిపిస్తుంది అక్కడ పెద్ద పెద్ద స్తరశిలాప్రదేశములు పవనాపరదనంచేత పైకతరహితంగా ఉంచబడతాయి అక్కడ గిరిపాదములమీద ఒక్కొక్కప్పుడు 300 నుంచి 600 మీ. ఎత్తు వరకూ కూడా ఇసుక సంచితమవుతుంది.

పందొమ్మిదవ ప్రకరణము

## ఎడారులు - వాటి స్థలాకృతి

ఎడారుల వితరణము

భూగోళంమీది భూభాగంలో మూడవవంతు అల్పజలకప్రదేశాలతోనూ, అర్ధశుష్క ప్రదేశాలతోనూ నిండిఉంది. అల్పజలకమైన ఎడారులలో తేమ ఉండదు. మొదట్లో కొంచెం తేమ ఉన్నప్పటికీ, లేదా తరువాత తడి తగిలినప్పటికీ అది కాస్తా తీవ్రమైన తాపక్రమంలో వేగంగా ఆవిరి అయిపోతుంది

నిమ్న, మధ్య అక్షాంశములవద్ద ఎడారులు రెండురకాలుగా ఉంటాయి—  
 టోపొగ్రాఫికల్ ఎడారులు (topographical deserts) ఉష్ణక్షేత్రస్థమైన ఎడారులు (tropical deserts)—సముద్రాలకు దూరంగా భూభాగం మధ్యలో ఉండడంచేతగానీ, లేదా అంతకన్న సాధారణంగా వర్షభృతపవనాలు చుట్టూఉన్న పర్వతములచేత అడ్డగింపబడడంవల్లగానీ వర్షపాతం తక్కువై స్థలాకృతి ఎడారులు ఏర్పడుతాయి. భూమధ్యరేఖకు ఉత్తర దక్షిణములో సుమంచి 30 డిగ్రీలలోపు క్షేత్రంలో ఉష్ణమండల ఎడారులు ఏర్పడుతాయి. ఇవి వ్యాపారపవనక్షేత్రాలు ఉత్తరార్ధగోళక్షేత్రంలో వ్యాపారపవనాలు ఈశాన్యంనుంచి నైఋతిదిశగా వీస్తాయి. అదే దక్షిణార్ధగోళక్షేత్రంలో అయితే ఆగ్నేయంనుంచి వాయువ్యదిశగా వీస్తాయి. అవి సాపేక్షంగా చల్లనిప్రదేశాలనుంచి వేడిప్రదేశాలకు వీస్తాయి. సముద్రంమీదుగాగానీ, పల్లపు నేలలమీదుగాగానీ ప్రవహిస్తున్నంతసేపూ ఈ వ్యాపారపవనాలు పొడిగాఉంటాయి. కాని, అవి పర్వతాలను తాకినప్పుడు పైకిలేచి వ్యాకోచంవల్ల చల్లబడతాయి. వీటిలో నిండిఉన్న తేమ వర్షరూపంలో ద్రవీభూతమవుతుంది. ఈ కారణంచేతనే వ్యాపారపవనక్షేత్రాలలో ఉన్నతభూముల తూర్పువాలులలో విపరీతమైన వర్షపాతము, పల్లపుభూములు ఉన్నతభూముల పడమటివాలులు పొడిగాఉండి ఎడారి వాతావరణాన్ని కలిగిఉంటాయి తరుచు. వ్యాపారపవనక్షేత్రాలలోని పల్లపుభూములలో సగంపైగా బెట్టక్షేత్రాలుగా ఉండడానికి ఇదే కారణం. ఉత్తరఅఫ్రికాలోని సహారాఎడారి, మధ్యప్రాచ్యంలోని అరేబియాఎడారి, ఆస్ట్రేలియాఎడారి, దక్షిణ

అక్కిలిలోని రుహానీదారి, వాయువ్యమెక్స్సికోలో సోనోరా దారి, దక్షిణ అంజోనా ఏడా, కారిభోర్మోనాదారి, పెరూచిలోని అలకామా ఏడాది, అవ్ఘన్ స్టాన్, బెలూచిస్తాన్, యువ్వర్జిలం యూలోని ఏడాలను ఈ పథంగా ఎర్పజ్జువే.

శేలోష్ఠసేతి

పదాలో వర్ణస్థానం అల్పంగానూ, అ యుమితంగానూ ఉంటుంది. ఎడారు  
ంలో చాలాభాగంమీ సూర్యుని ఏడాదికి ఏకైకం నెం.మీ వర్షం పడుతుంది.  
కొన్ని జలమయిలో అయితే ఇంకా చుక్కల వర్షం కురుస్తుంది. అదాహరణకి  
సహ్యాద్రియంలో చాలాభాగంమీ సూర్యుని ఏడాదికి వర్షం ఏకైకం నెం.మీ. కు  
లోపే. ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు వర్షంపడని కొన్ని ప్రదేశాలున్నాయంటే  
ఆశ్చర్యంగానే వుంటుంది.

ఎడారులలో ఉష్ణోగ్రత కొద్దిగంటల వ్యవధిలో విపరీతంగా మారిపోతుంది. వగటేవాట గాలి అతిపగం - వేడెక్కి, రాత్రిపూట వటుక్కున చల్లబడిపోతుంది. ఉభయార్ధగోళాలలోనూ, వననిశితకాలంలో ఉష్ణోగ్రత ఒక మోస్తరుగానే ఉండే ఉష్ణమండల ఎడారుల్లోకూడా ఈ ఎధుంగానే జరుగుతుంది. సెనెవోల్పున్నంత అధికోష్ణోగ్రతలు శీతాకాలంలో ఉష్ణోగ్రతలు అంత ఉండవు. రాత్రిఉష్ణోగ్రత హిమాంశాన్ని దాటి కిందికి పోతుంది. అయితే సగటు వేగంగా వేడెక్కి ఉష్ణోగ్రత ఒక్కొక్కప్పుడు 40° సెం. గ్రే. వరకూ పెరుగుతుంది.

“దాదులవి” అసౌకర్యమైన వాతావరణానికితోడు తీవ్రమైన గాలులు పొడినేల మీదుగా వీస్తాయి. పచ్చిక లేకపోవడంచేత బ్రహ్మాండమైన ధూళిమేఘాలు చాలా ఎత్తుకు లేస్తాయి. నేలమీదుగా ఇసుకను విసురుతాయి.

అపక్షయము - నేలలు

ఎడారులలో తేమ లేకపోవడంచేత రసాయన యాంత్రిక అవక్షయములు రెండూ మందంగానే సాగుతాయి. యాంత్రికాపరదనముదే పైచేయి అవడంచేత మార్పుచెందని శిలాఖండములు ఏర్పడుతాయి. యాంత్రికాపరదనము కొంతవరకూ కొండకొననుండి కిందపడి ముక్కలుకావడంవంటిది కేవలం గురుత్వాకర్షణ

ఫలిం గ జుగుడుది గవ్వచాతమై, ఇసుక కొంచెవరకూ యాంత్రికా వడినం కలిగిస్తుంది. ఎడారిలోకి వెళ్ళే ముందు ఉష్ణోగ్రతావిభేదాలవల్ల శిలాద్రవ్యం యంత్రేవ నశించిపోయి యాంత్రికా కదలం జరుగుతుంది.

అపేక్షామూర్తికి బలదుగా ఎరువుతుంది. ఎడారికి ఒకటే పచ్చిక లేకపోవడంతో గాన దాని దూరం తొలగిపోతుంది. ఆయినప్పటికీ స్థానికంగా మృత్తికలు ఒక్కొక్కప్పుడు ఎరువుతాయి. కాని వాటిలో తేమనీలలోని మృత్తిక లలో ఉండే హ్యూమస్ (ముడి) ఉందిదు వాటిలో తెలనైలు, డిప్లమ్, ఆఫిరికి హేరైటువంటి విజేతు (ముడి) ద్రవ్యములు వాటిని కరిగించడానికి అవసరమైన నీరు ఏ సేరిపోతాయి.

### నీరు

ఎడారి ప్రాంతాల వర్షపాతం స్వల్పాతిస్వల్పమే అయినప్పటికీ అవసరమైన నీరు సమగ్రముగా తగినంత నీరు ఉంటుంది.

ఎడారిలో ప్రతిపాతే నదులు ఏవీ ఉన్నట్లుగా దేరవు. ఎడారి నదుల శయ్యలు సకృత్తుగావచ్చే చుడలనక ముంలొత్తప్పు పోయిపోయి ఉంటాయి. అప్పుడైనా జలప్రవాహం బహుస్వల్పమే ఉంటుంది ఏమంటే ఆ సీరంతా త్వరితగా ఆవిరి అయిపోవడంగానీ, ఇసుకలోకి ఇంకిపోవడంగానీ జరుగుతుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు ఎడారిమైన ఎడారిమైనా, మధ్యస్థంగా ఉండే ద్రోణులవైపు వాణకలిగివుంటాయి. వీటినే ప్లాయా అంటారు. వీటిలో అప్పుడప్పుడు నీరు సంచితమవుతూ ఉంటుంది. అటువంటి ప్లాయా నరస్సులు సాధారణంగా త్వరలోనే ఇంకిపోతూ ఉంటాయి. లేదా అగభీరమైన ఉప్పునీటి నరస్సులుగా మిగిలిపోతాయి. అమెరికాలోని గ్రేట్ సాల్ట్ లేక్ ఇందుకు ఒక చక్కని ఉదాహరణ.

వర్షపాతం తక్కువ కావడంచేత ఎడారి ప్రాంతాలలో భూమిగతజలమున్నూ తక్కువగానే ఉంటుంది. ఆ పడిన కొద్ది వర్షపునీరయినా భూమిలోపలి రిజర్వాయర్లను చేరేలోపుగానే ఆవిరి అయిపోతుంది. వాయుమిశ్రణమండలంవరకూ చేరగలిగిన నీటిని ఎడారి మొక్కలు ఉపయోగించుకుంటాయి కాని, అందులో

చాలాభాగం మళ్ళీ ఉపరితలంమీదికి అవిరియాపంలోవచ్చి వాతావరణంలో కలిసి పోతుంది.

### ఎడారిస్థలాకృతి

ఎడారులలో వర్షాభావంవల్ల చెదురుమదురుగా అక్కడక్కడా మొక్కలు పెరుగుతాయి (24 వ చిత్రపటం) ఎడారులలో పెరిగేరకం స్వల్పమైన మొక్కలు. దుబ్బులు యాంత్రిక అపరదన అపక్షయములను అడ్డగించగల సామర్థ్యంగలవికావు. పైవాటా, క్రిందివాటలమీదుగానుకూడా పవనమువీచి, దుమ్ము ఎక్కడెక్కడఉన్నా వెతికి, బయటికి లాగివేస్తుంది. ఇవి అన్నీ కలిసి ఎడారులకు ప్రత్యేకమైన స్థలాకృతిని కలిగిస్తాయి. ఊతిజమువరకూ మచ్చలులేని ఆకాశండాకా అద్భుతమైన చెట్టూ చేమలూ లేక ప్రకృతి అనంతమైనదిగా కనిపిస్తుంది. ఎడారిప్రదేశమంతటా విరామమైన మైదానాలు, గాలిపీచుగా ఎప్పుడూ నగ్నశిలా సానువులు, చదునైన ఉప్పురికిన స్థానాలు మెల్లిగా కదిలే ఇసుకదిబ్బలు కనిపిస్తాయి (25 వ చిత్రపటం) అక్కడక్కడ సకృతుగా పర్వతాలు, నిట్రమైన గోడలు కలిగిన కేన్యానుయ ఉంటాయి తేమ ఎక్కువగాఉండే ప్రదేశాలలో మొక్కలు, మట్టిచరియలచురప్పి, స్తరశిలలలోని వంకరటింకరలను ఎక్కువగా కనబడనీయవు. కాని, ఎడారులలో అయితే స్తరశిలలు అక్కడి స్థలాకృతిమీద కొట్టవచ్చినట్లు కనిపిస్తాయి కనుక, ఎడారులలో భూవృక్షపు భూవైజ్ఞానికనంతరచన స్ఫుటంగా కనబడుతుంది.

ఆర్ధశీతోష్ణస్థితిలో అపరదనాంతమున సాధారణంగా వాలు తక్కువగాఉండే ప్రాయమైదానం ఏర్పడుతుంది. కాని, అల్పజలక, అర్ధశుష్క శీతోష్ణస్థితులలో అయితే పైకిలేచిఉన్న పర్వతాల నిట్రపుచరియలు, ఎత్తైన పీఠభూములు అపరదన కారకముల క్రియకు లోనై వెనుకకు అరుగుతాయి తత్ఫలితంగా ఎడారినదుల, లేక ఎడారిద్రోణులవైపు వాలు ఏర్పడేటట్లు స్తరశిలలు అరుగుతాయి. ఈ అపరదన ఉపరితలములను శైలపదములు (పిడిమెంటుస్) అంటారు. కాలక్రమాన మహా పర్వతాలు శిథిలీభూతములై చిన్నదిబ్బలుగానో, పైకిలేచి నిలువబడిన చిన్నకఠిన శిలాఖండములుగానో మిగిలిపోతాయి అదే ఆర్ధశీతోష్ణస్థితిలో అయితే వృద్ధదశలో

కాని ప్రాయమైదానం ఏర్పడదు. అల్పజలకచక్రంలో మొదటినుంచీ శైలిపదము ఉంటుంది. అవరదనం సాగుతూఉంటే శైలిపదములు వైశాల్యంలో పెరుగుతాయి; పర్వతముల, పీఠభూముల మండలాలు తరుగుతాయి. శైలిపదముఖంలో ఉన్న పరిభాలంబపువాలుగానీ, లేదా శైలిపదపువాలుగానీ చక్రం మొదటికన్న చివరలో వాలు తక్కువ ఏమీకాదు; అదే ఆర్ద్రశీతోష్ణస్థితిలో అయితే వాలులు కాలక్రమాన తరుగుతాయి

### ఇండియాలోని అల్పజలకప్రాంతాలు

సంజాబులోని ఠక్కుమైదానాలు దక్షిణానికి విస్తరించి, రాజస్థాన్‌లోని అల్పజలకమైదానాలతో క్రమంగా కలిసిపోతున్నాయి ఈ అల్పజలకప్రాంతానికి కూర్చున్న అరావళీపర్వతాలు ఉన్నాయి. ఈ ప్రాంతపు సాధారణోన్నత్యం 150 నుంచి 300 మీ. వరకూ ఉంటుంది. ఎడారిప్రాంతపు స్థలాకృతీపరిణామము గంగా సింధు మైదానపు స్థలాకృతీపరిణామముకన్న భిన్నంగా ఉంటుంది. ఏమంటే ఎడారిలో హిమాలయక్రియలో ప్రవాహోదకంకన్న పవనానిధి పైచేయి కనుక. ఈ ప్రదేశంలో వర్షపాతం తక్కువ. ఇసుక స్థలచలనం పొందుతూ ఉంటుంది పూర్వపునదుల ఎండిపోయిన శయ్యలు క్రమక్రమంగా ఈ ప్రాంతం శోషించడాన్ని తెలుపుతాయి ఈ అల్పజలకమైదానాలలో ప్రవహించేది ఒకేఒక లూనీ (ఉప్పునది). అందులో కూడా వర్షపాతం తక్కువగానున్న సంవత్సరాలలో నీరు బహుస్వల్పంగా ఉంటుంది

ఈ అల్పజలకప్రాంతంలో చాలాభాగంలో భూమిగతజలం ఉప్పుగా ఉంటుంది ఈ ప్రాంతంలో ఉప్పునీటిసరస్సులు చాలా ఉన్నాయి. వాటిలో సంచార్ సరస్సు అన్నిటికన్న పెద్దది. ఇది జయపూరుపట్టణానికి 80 కి. మీ. పశ్చిమంగా ఉంది. ఇది వానాకాలంలో 300 చ. కి. మీ. ప్రదేశాన్ని ఆక్రమిస్తుంది. వేనవిలో దీని ఉపరితలంమీద తెల్లని ఔరమృత్తికలు పెచ్చులుకట్టిఉంటాయి. ఈ సరస్సులోని నీటి నుంచి ఉప్పును తయారుచేస్తారు.

రాజస్థాన్ వడమటి అంచుని ఆనుకుని 26°—29° ఉత్తరఅక్షాంశాలమధ్య 190 కి. మీ. వెడల్పున ఉన్న భూభాగంలో నాలుగింభ మూడుపాళ్లు ఎడారే.

ఇక్కడ సంవత్సరానికి సరాసరి వర్షపాతం 15 సెం. మీ. ఇసుక డ్యూనులు మువ్వరంగా ఉన్నాయి. షాగర్డ్ సర్కిమాన ఉన్న డ్యూనులు చిత్రవిచిత్రమైన ఆకృతులలో శ్రేణులు కట్టిఉంటాయి వాటిలో చాలాభాగం అనులంబపద్ధతిలో ఉన్నాయి. 26° ఉత్తరఅక్షాంశానికి దక్షిణానకూడా డ్యూనులు ఉన్నాయి కానీ అవి ఖార్కన్ అనుప్రస్థపద్ధతిలో ఉంటాయి ఖార్మర్ ప్రాంతంలో ఖార్కన్లు 5 మీ నుంచి 100 మీ ఎత్తువరకూ ఉంటాయి

జై సర్కిరుకి ఉత్తరంగా రాన్ అనబడే ప్లాయాసరస్సులు చాలా ఉన్నాయి ఇవి పల్లపు పరిభాలంబములచే పరివృతమైన ద్రోణుల్లా ఉంటాయి. ఈ సరస్సులు అనుకేంద్ర ద్రెయినేజీ (centripetal drainage) కలిగిఉన్నప్పటికీ ఏడాదిలో చాలాభాగం ఎండిపోయి ఉంటాయి

ఆరావళి రేంజి పాదముదగ్గరనుంచి పడమటకు స్టెప్పీమండలం విస్తరించి క్రమంగా ఎడారిప్రాంతంలోకి కలిసిపోతుంది. చిన్నచిన్న నదులు అనేకం ఉన్న ఈ ప్రాంతంలో డ్యూనులు చాలా తక్కువగా ఉన్నాయి పశ్చిమరాజస్థాన్ లో ఎత్తైన పర్వత శ్రేణి ఇక్కడే ఉంది. శిలాభాగం కొంచెంవరకూ ఇసుకలో కప్పబడి ఉంది. కానీ పూర్వకాలంలో బలీనుమైన నదులచే త్రోయబడి, తరువాత నాయూథ అపరదనం (aeolian erosion) చేత పరివర్తితమైన నర్మిత స్థలాకృతికి ఇది ప్రతీక

హిమాలయ శ్రేణికి దక్షిణాన ఉన్న రాజస్థాన్ లోని థార్ ఎడారి, ఉత్తరాన ఉన్న విశాలమైన తక్లమాకన్ ఎడారి—ఈ రెండూకూడా మధ్యఅసియాలోని పెద్దఎడారి బెల్టులో భాగమే ఇవి సహారాఎడారితో అవిచ్ఛిన్నసంబంధంకలవే. ఈ ప్రదేశంలో ఒకప్పుడు ఆర్ధశీతోష్ణస్థితి, అడవులు, మానవుల నివాసాలూ ఉండేవనీ, నిర్ణలత్వం ఇటీవలనే వచ్చిందనీ తెలుస్తోంది. హిందూమహాసముద్రంమీదనుంచి తేమగాలుల మార్గం మళ్ళింపబడడమూ, తద్వారా ఆ ప్రదేశపు ద్రెయినేజీపద్ధతి తారుమారు కావడమూ కారణంగా ఈ ప్రాంతం శోషితం అయింది.

వాతావరణ పరిసంచరణంమీది హిమాలయాల ప్రభావంపల్ల రాజస్థాన్ లోని థార్ ప్రాంతానికి ఈ శోషణప్రభావం పూర్తిగా తగులలేదు. హిమాలయాలు తమ

జాన్మత్యంచేతనూ, ఋతుపవనాలదారిలో ఉండడంచేతనూ, ఆ పవనాలలోవి  
 తేమను చాలాభాగం వర్షరూపంలోగావి, మంచురూపంలోగావి ఆకట్టుకొంటాయి.  
 అందుచేత దక్షిణవాహినులైన అనేకనదులీ హిమాలయములనుండే పుడుతున్నాయి.  
 ఈవిధంగా వ్యభిచితము అంతటా కనబడే శోషణంనుంచి హిమాలయాలు  
 ఈప్రాంతాన్ని రక్షించాయి. సముద్రాలమీదుగావచ్చే తేమగాలులను నిరోధించి,  
 హిమాలయాలు క్రమంగా టిబెట్టు, చానీకి వాయవ్యంగాఉన్న టాఝ్ ద్రోణివి  
 ఎండగట్టేళాయి అంతకంతకు అధికమవుతున్న ఇసుకలో నదీవ్యవస్థలు ఇంకి  
 మాయమైపోవడంవల్ల ప్రపంచమంతటిలోనూ బాగా పాడుపడ్డప్రదేశాలలో  
 ఈప్రాంతం జమచేయబడింది.



ఇరువదియవ ప్రకరణము

## శీతోష్ణస్థితి - అందులోని రకాలు

వాతావరణము - శీతోష్ణస్థితి

గాలిఉష్ణోగ్రత, పీడనము, గాలిదశ, వేగము, అర్ధగ్రత, మేఘాలు, వర్షపాతం మొదలైనవి ఏదో ఒకసమయంలో ఎల్లా ఉన్నాయో తెలిపేది వాతావరణము (weather) అని అంటారు. ఒకప్రదేశంలో సరాసరి వాతావరణపరిస్థితి ఎల్లా ఉంటుందో తెలిపేదానిని శీతోష్ణస్థితి (climate) అని అంటారు. ఈ శీతోష్ణస్థితి ఈక్రింది విషయాలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. 1. అక్షాంశము, 2. ఎత్తు, 3. సముద్రానికిగల దూరం, 4. సముద్రప్రవాహాలు, 5. పవనములు, 6. భూమి మీది ఎత్తువల్లలు, ముఖ్యంగా పర్వతశ్రేణులు ఎక్కడ ఏదిశగా విస్తరించి ఉన్నాయన్న విషయము.

ఒకప్రదేశంలోని ఋతువులు సంవత్సరంలోని వివిధకాలాలలో పగలు ఎంత దీర్ఘంగా ఉంటుందన్న విషయం ఆ ప్రదేశపు అక్షాంశంమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. పగటిపూటయొక్క గరిష్ఠ కనిష్ఠ దైర్ఘ్యములభేదం అక్షాంశంతోసాటు పెరుగుతుంది. కనుక, మిగిలిన అన్నిపరిస్థితులు ఒకేమాదిరిగా ఉన్నప్పటికీ అక్షాంశం అధికమైతే శీతాకాలానికి, వేసవికాలానికి భేదం ఎక్కువ అవుతుంది.

సముద్రవట్టంకన్న ఎత్తుపెరిగినకొద్దీ సరాసరి ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. ప్రతి 100 మీ. ఎత్తుకీ 1° సెం. గ్రేడు చొప్పున తగ్గుతుంది. దీనిని షోభమండలపు ఉష్ణోగ్రతాస్థితిత్యం (lapse of temperature) అంటారు. దీనికి కారణం ఏమంటే, సూర్యకిరణాలవల్ల గాలి సరాసరి వేడెక్కడం చాలా తక్కువగా జరుగుతుంది దానికి అందే వేడిమిలో ముస్పాతిక మువ్వీసం భూమినుంచి సంవహనం (conduction) వల్లనే లభ్యం అవుతోంది.

ఒకప్రదేశంలోని సంవత్సర సరాసరి ఉష్ణోగ్రతమీద సముద్రసామీప్యతాప్రభావం ఎక్కువ ఉండదు కానీ, హెచ్చుతగ్గులు సరిసమానం చేయబడతాయి. అంటే

సముద్రానికి దూరంగా ఉన్న ప్రదేశంలోకంటే దగ్గరగా ఉన్నచోట శీతాకాలాలు ఎక్కువ వెచ్చగానూ, వేసవికాలాలు తక్కువ వేడిగానూ ఉంటాయి. భూమ్యుష్ణోగ్రతలో మార్పులు వచ్చినంత అధికంగా సముద్రోష్ణోగ్రతలో మార్పులు రావు. దీనికి కారణం సముద్రజలంలో స్వేచ్ఛగా పరిసంచరణం జరుగడమూ, నీటియొక్క విశిష్టోష్ణత (specific heat) అధికం కావడమూనూ (అంటే కొంతనీరును ఒక్కడిగ్రీ ఉష్ణోగ్రత పెంచడానికి అవసరమయ్యే వేడిమి, అంతే బరువుగల మరే ఘనపదార్థాన్నినా ఒక్కడిగ్రీ ఉష్ణోగ్రత పెంచడానికి కావలసిన వేడిమికన్న చాలా ఎక్కువ అని అర్థం). ఈ కారణంచేతనే సముద్రానికి చాలాదూరంలో ఉన్న ప్రదేశంలోనూ, ఎత్తైనపర్వతాలు సముద్రానికి అడ్డుగా ఉన్న ప్రదేశంలోనూ, మహాదేశీయ (continental) లేక చరమ శీతోష్ణస్థితి కనిపిస్తుంది. (అంటే శీతాకాలానికి, వేసవికాలానికి ఉష్ణోగ్రతాభేదం చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది). చిన్నచిన్న దీవులమీదనూ, సముద్రతీరాలలోనూ ఉష్ణోగ్రతాభేదం తక్కువగా ఉండి సాగరియ శీతోష్ణస్థితి కనిపిస్తుంది.

భూమిమీద వీచే పవనముల ఉష్ణోగ్రతను మార్చి సాగరప్రవాహాలు భూశీతోష్ణ స్థితిని వకోక్షంగా మారుస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత, వర్షపాతము పవనములమీద బాగా ఆధారపడి ఉంటాయి.

పర్వతశ్రేణులు శీతోష్ణస్థితిలో అతిముఖ్యమైన మార్పులను తెస్తాయి. అవి సముద్రతీరంలో కనుక ఉంటే ఉష్ణోగ్రతాభేదాలను మందగింపజేసే సముద్ర ప్రభావం భూమిమీదికి రాకుండా అడ్డుతగులుతాయి. వర్షపాతంమీద పర్వతసాను ప్రభావం చాలాదూరంలోనే ప్రారంభమవుతుంది. దగ్గరకువచ్చేకొద్దీ ఆ ప్రభావం బాగా పెరుగుతుంది. ఉష్ణపవనాలనుగానీ, శీతలపవనాలనుగానీ అడ్డగించి పర్వతాలు ఉష్ణోగ్రతనుకూడా మారుస్తాయి.

### శీతోష్ణస్థితికారకములు

శీతోష్ణస్థితిని నిర్ణయించే విషయాలలో ఉష్ణోగ్రత అతిముఖ్యమైనది. దీనిని శర్మామీటరు అనబడే సాధనంతో కొలుస్తారు. రెండురకముల ఉష్ణోగ్రతామానములు అమలులో ఉన్నాయి. ఒకటి సెంటిగ్రేడుమానమూ, రెండవది ఫారెన్ హీటు

మానమూనూ. వీరు గడ్డకట్టే ఉష్ణోగ్రత (హిమాంశము) ను పెంటిగ్రేడు తర్వాతమీటరులో  $0^{\circ}$  అనీ, ఫారెన్ హీటు ధర్మామీటరులో  $32^{\circ}$  అనీ గుర్తు ఉంచుతారు. వీరు మరిగే ఉష్ణోగ్రత (క్వడనాంశము) ను పెంటిగ్రేడు ధర్మామీటరులో  $100^{\circ}$  అనీ, ఫారెన్ హీటుమానములో  $212^{\circ}$  అనీ గుర్తు ఉంచుతారు. ఇండియాలో పెంటిగ్రేడుమానము అమలులో ఉంది.

ఒకప్రదేశంలో వివిధకాలములలోగానీ, లేదా వివిధప్రదేశములను చెందిన ఉష్ణోగ్రతాపరిస్థితులను పోల్చిచూడాలంటే సమతాప (isothermal) పటములను తయారుచేయడం అవసరం. అటువంటి పటంలో ఒకే ఉష్ణోగ్రతగల ప్రదేశాలను కలుపుతూ రేఖలు గీస్తారు. ఎత్తునుబట్టి ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుందని గుర్తుంచుకుని ఉష్ణోగ్రత సముద్రమట్టంలో ఉంటే ఎంత ఉంటుందో లెక్కించి ఉష్ణోగ్రతలను గుర్తిస్తారు. భూతలంమీద ఆ సమయంలో ఉష్ణోగ్రతావితరణం ఎల్లా ఉందో తెలుసుకోడానికి ఈ పటాలు పనికివస్తాయి. అటువంటి రేఖలను సమతాపరేఖలు (isotherms) అంటారు. ఋతుభేదాలు, అక్షాంశములు, సముద్రానికి దేరువలో ఉండడం, పవనముల దిశవంటి అనేక పరిస్థితులనుబట్టి ఉష్ణోగ్రత ఏ విధంగా మారుతుందో ఈ పటములను చూస్తే స్పష్టంగా తెలుస్తుంది. ఈ సమతాపపటములు సముద్రతలానికి లఘుకృతములు (reduced to the sea level) అయిన ఉష్ణోగ్రతలను ఆధారంగా నిర్మించినవి అని గుర్తుంచుకోవాలి. కనుక స్థానికంగాఉన్న ఔన్నత్యపలితంగా ఏర్పడే ఉష్ణోగ్రతాభేదాలు ఈ పటములలో కనిపించవు. సమతాప పటములలో చూపిన ఉష్ణోగ్రతలోనుంచి ప్రతి  $1^{\circ}\text{C}$  మీటర్ల ఎత్తుకూ  $1^{\circ}\text{C}$  చొప్పున తీసివేస్తే ఆ ప్రదేశపు ఉష్ణోగ్రత వస్తుంది. ఉష్ణోగ్రతలో పరమ భేదాలను ప్రదర్శించే జనవరి, జూలై నెలల సమతాప పటములు చాలా ఉపయోగకరమైనవి.

అతితరుచుగానూ, అత్యధికంగానూ ఉండడంచేత మనీషుతమైన తేమలోని వివిధరకాలలో ముఖ్యమైనది వాన. ఒకేప్రదేశంలో పడిన వాన మొత్తాన్ని ఆ ప్రదేశపు వర్షపాతం (rainfall) అంటారు. శీతోష్ణస్థితి ఈ వర్షపాతంమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. సాధారణంగా అనేకసంవత్సరాలలో పడిన మొత్తంవర్షాన్ని కూడి, దానిని ఆ సంవత్సరాల సంఖ్యచే భాగిస్తే వచ్చేసంఖ్యను ఆ ప్రదేశపు నరానరి సాంవత్సరిక వర్షపాతం అంటారు.

వాయుమండలంలోని రకరకాల వాయువులు అన్ని కలిసి భూతలంమీద కొంత బరువును కలిగిస్తాయి. ఈ బరువునే వాయువీడనం లేక గాలివత్తిడి అంటారు. దీనిని బోపీటరు అనే పనిముట్టుతో కొలుస్తారు (బాలోన్ అనే గ్రీకుపదానికి బరువు అని అర్థం).

ఒకే ప్రదేశంలోని గాలివీడనం మారుతూ ఉంటుంది. దీనికి కారణం ఉష్ణోగ్రత మారడమే. ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే గాలిసాంద్రత తగ్గుతుంది; కనుక గాలివత్తిడి తగ్గుతుంది మరొక కారణం కూడా ఉంది. గాలికన్న పీటిఆవిరి తేలిక కనుక ఒక ప్రదేశంలో గాలిలో పీటిఆవిరి అధికంగా ఉంటే గాలి తేలికై వత్తిడి తగ్గుతుంది.

మిగిలిన పరిస్థితులలో ఏ మార్పులేకుండా ఉంటే ఉష్ణోగ్రత పెరిగినప్పుడు వత్తిడి తగ్గుతుంది. అంటే, థర్మామీటరు హెచ్చులో ఉంటే బరోమీటరు తగ్గులో ఉంటుంది. అలాగే గాలిలో పీటిఆవిరి అధికమైనప్పుడు బరోమీటరు పరనము (reading) తక్కువగా ఉంటుంది. ఒక ప్రదేశంలోని వీడనపరిస్థితులను పటములో చూపించడానికి ఒక నమయంలో సమానవీడనపరనములు కలిగిన ప్రదేశాల నన్నింటినీ కలుపుతూ రేఖలను గీస్తారు. ఈ పరనాలను  $0^{\circ}$  సెం. గ్రే ఉష్ణోగ్రతకీ, సదాసరి సముద్రతలానికి లవ్వుకరించి ఈ రేఖలను గీస్తారు. ఈ రేఖలను సమవీడనరేఖలు (isobars) అంటారు.

వత్తిడి ఎక్కువగా ఉన్న ప్రదేశాలనుంచి వత్తిడి తక్కువగా ఉన్న ప్రదేశాలకు గాలి వీచుతుంది. ఈ గాలి కదలికలే పవనములు. పవనములకు కారణమైన వీడన భేదములు స్థిరమైన అంతరములలో (intervals) కలుగుతున్నట్లైతే ఈ పవనములు ఆవర్తికములు (periodic) అవుతాయి. స్థానికవీడనవిఘోభములు (disturbances) చేత చర (variable) పవనములు ఏర్పడతాయి. ఉష్ణోగ్రతలో మార్పులవల్లనూ, గాలిలోని పీటిఆవిరిలో హెచ్చుతగ్గులవల్లనూ వత్తిడిలో మార్పులు వస్తాయి. ఈ కారణాలు పవనములలో భేదములు ఉండడానికి ప్రాథమిక హేతువులు. ఈ పవన విభేదాలు శీతోష్ణస్థితిని నిర్ణయిస్తాయి.

### వాతావరణస్థితి పటములు

వాతావరణస్థితిని నిర్ణయించే పరిస్థితులను నిర్ధారణచేయడానికి, వాతావరణస్థితి ముందు ఎల్లా ఉంటుందో జోష్యం చెప్పడానికి వివిధపరిశీలనాకేంద్రాలలో

వాయుమండలస్థితిభేదాలను వాతావరణస్థితిపటములమీద (weather charts) సమోదుచేస్తారు ప్రతిరోజూ వివిధపరిశోధనాలయాలనుంచి వచ్చిన సంశోధిత (corrected) బరోమీటరు పఠనములను పటముమీద ఆ యా పరిశోధనాలయాల ఉనికి బిందువులవద్ద గుర్తుపెడతారు పీడనం సమానంగాఉన్న బిందువులను కలుపుతూ సమపీడనరేఖలను గీస్తారు. వత్తిడిని మిల్లీబార్ అనే ప్రమాణాలలో చూచిస్తారు. 1000 మిల్లీబారులు 75 సెం. మీ. బరోమీటరు పాదరస స్తంభ ఔన్నత్యానికి సమానం. సమపీడనరేఖలు వలయములుగా కలుసుకుంటే తక్కువ దూరంలో అవారి మైన పీడనభేదాన్ని సూచిస్తాయి. కనుక పవనము బలీయంగా ఉంటుంది. రెండుప్రదేశాలమధ్యగల పీడనభేదాన్ని ఆ ప్రదేశాలమధ్యగల దూరంచే భాగిస్తే బరోమెట్రీక్ ప్రపబలె వస్తుంది. పవనవేగమూ, బలమూ ఈ ప్రపబతకు అనులోమసంబంధాన్ని (direct proportionality) కలిగిఉంటాయి

### శీతోష్ణస్థితుల వర్గీకరణము

గమనించే “ఫేర్వర్లను”బట్టి శీతోష్ణస్థితిని అనేకవిధాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. భూమ్యుపరితలం సూర్యుడినుంచి వేడిమిని గ్రహిస్తుంది కనుక, ఏడాదిపొడుగునా భూమిమీది వేరువేరు ప్రదేశాలలోవడే సూర్యకాంతిని ఆధారంగాచేసుకుని, పూర్వం వర్గీకరించేవారు. భూమ్యుపరితలాన్ని ఈ క్రింది మండలాలుగా విడదీయడం ఆ పద్ధతులలో ఒకటి :

(1) కర్కాటక మకరరేఖలమధ్య, అంటే,  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  ఉత్తరఅక్షాంశానికి,  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  దక్షిణఅక్షాంశానికి మధ్యగల ప్రదేశాన్ని ఉష్ణమండలం అంటారు. ఈ మండలంలో ఏడాదిలో కనీసం ఒక్కసారి అయినా సూర్యుడు నడినెత్తిన ఉంటాడు.

(2) కర్కాటకరేఖకి  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  ఉత్తరఅక్షాంశానికి మధ్యగల మండలాన్నీ. మకరరేఖకి  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  దక్షిణఅక్షాంశానికి మధ్యగల మండలాన్ని సమశీతోష్ణ మండలాల అంటారు. ఈ మండలాలలో సూర్యుడు ఎన్నడూ నడినెత్తిమీదికి రాడు. కాని, 24 గంటల కాలంలో సూర్యుడు ఒకసారి ఉదయించి అస్తమిస్తాడు.

(3) ద్రువమండలములు, రేదా అశీశలమండలములు. ఇక్కడ రాత్రించవట్లు ఒక్కొక్కప్పుడు 24 గంటలకన్న అధికంగా ఉంటాయి.

ఉష్ణోగ్రతలో మార్పులు కలిగించే పరిస్థితులనుగాని, పవనముల ప్రభావాన్ని గాని ఈ వర్గీకరణం లెక్కలోకి తీసుకోకపోవడంచేత శీతోష్ణస్థితులు భిన్నంగా ఉండే దేశాలు ఒకేమండలంలో చేర్చడం జరిగింది

శీతోష్ణస్థితి చాలాభాగం వర్షసాతంత్యం ఆధారపడడంచేతనూ, ఆ వర్షపాతం మళ్ళీ సాపేక్షఆర్ధ్రతమీదనూ, పవనములు వీచే దిశమీదనూ ఆధారపడిఉండడం చేతనూ, ఛాగోళంమీద విస్తరించిన వివిధపవనక్షేత్రములమీద ఆధారపడిన మరొకరకం వర్గీకరణాన్ని తయారుచేశారు ఈ వ్యవస్థప్రకారం “ఉష్ణమండలం”లో ప్రశాంతవిమనస్కంధలము (equatorial belt of calms), వ్యాపారపవనములు వీచే మండలము ఇమిడిఉన్నాయి ఇదేవిధంగా పశ్చిమపవనప్రభావితమైన అక్షాంశములో సమశీతోష్ణమండలం ఇమిడిఉంది. ఈ వ్యవస్థలోకూడా పవనక్షేత్రములు ఎల్లలు అప్పుటములూ, ఋతువులనుబట్టి మారేవిగానూ ఉంటాయి.

ఉష్ణోగ్రతిమీద ఆధారపడిన వర్గీకరణం మరిఒకటి ఉంది. సరాసరి వార్షిక  $26^{\circ}$  సెం. గ్రే సమతాపరేఖలు రెంటిమధ్యగల మండలాన్ని ఉష్ణక్షేత్రం అనీ, ఈ మండలానికి ఇరుప్రక్కలా ఉష్ణతమమాసంలో  $10^{\circ}$  సెం. గ్రే. సమతాపరేఖల వరకూ సమశీతోష్ణ మండలములు అనీ, ఆపైన రెండు భ్రువ మండలములు అనీ విభజించారు.

ఇంతివరకూ నిర్వచించిన శీతోష్ణస్థితిమండలములు ప్రతిదానిలోనూ సముద్రానికి సమీపంగాగానీ, దూరంగాగానీ ఉండడంచేతనూ, పవనములచిశనుబట్టి, స్థలభౌగోళిక భేదములచేతనూ వివిధమైన శీతోష్ణస్థితులు ఉంటాయి కనుక, ప్రతిమండలం లోనూ సాగరియ శీతోష్ణస్థితి, మహాదేశీయ శీతోష్ణస్థితి, మధ్యస్థమైన తీరప్రాంత శీతోష్ణస్థితి, చరమమైన ఎడారి శీతోష్ణస్థితి అనే విభేదాలు ఉండవచ్చునవి గుర్తించడం అవసరం.

### శీతోష్ణస్థితులలో రకాలు

భూమధ్యరేఖామండలము : ప్రశాంతవిమనస్కంధలము ఎల్లప్పుడూ వేడిగానూ, వర్షములతోనూ ఉంటుంది. ఇక్కడ ఉష్ణమండల దట్టమైన అరణ్యాలు విశిష్టంగా కానవస్తాయి

వ్యాపారపవనక్షేత్రాలు : వ్యాపారపవనాలు చల్లనిప్రదేశాలనుండి వేడిప్రదేశాలకు వీస్తాయి. ఆ వీచడంలో సముద్రంమీదుగా వస్తూ తేమను పీల్చుకుంటాయి. ఈ పవనములు ఎత్తైన భూములమీదుగా వీచినప్పుడు ఈ తేమ ద్రవీభూతం అవుతుంది. కనుక తూర్పువైపుగాఉన్న తీరములయందు విపరీతంగా వర్షములు కురుస్తాయి. ఖండములమీదుగా వీచేటప్పుడు ఈ వ్యాపారపవనములు శోషితములు అవుతాయి. కనుకనే భూమిమీద పెద్ద ఎడారులన్నీ వ్యాపారపవనములదారిలో ఖండములకు పడమటిఅంచున ఉన్నాయి.

ఋతుపవనప్రదేశము . ఋతుపవనములు బాగా అభివృద్ధిచెందిన ప్రదేశాలలో సాధారణంగా ఏడాదిలో మూడు ఋతువులుంటాయి, వేడిగాఉండే వసంతమూ, వర్షములు అధికంగాఉండే వేడివేసవి, వర్షము తక్కువగాఉండే చల్లని శీతాకాల మూనూ. విశేషమైన వర్షపాతమూ, అధికోష్ణోగ్రతా కలిసి ఋతుపవనదేశాలను ప్రపంచం అంతటిలోకీ అత్యంత ఉత్పాదకప్రదేశాలుగా మారుస్తున్నాయి

శాంతతాపములు . వ్యాపారపవనక్షేత్రముల బయటిఅంచులు (సమశీతోష్ణ మండలపు అంచులు) సాధారణంగా పొడిగానూ, ఉష్ణోగ్రతాపరాసము (range) అధికంగా కలిగిన్నీ ఉంటాయి. ఎడారులకూ, సమశీతోష్ణారణ్యాలకు మధ్యనమైన వనసంపద కలిగిఉంటాయి. ఆగ్నేయరష్యా, నైఋతిఆసియాలోని “సైబీరియా”, మధ్యఅమెరికాసంయుక్తరాష్ట్రాలలోని “ప్రయోరీలు” వంటి వచ్చికబయల్ల కనిపిస్తాయి.

సమశీతోష్ణమండల శీతోష్ణస్థితులు : ఉత్తరసమశీతోష్ణమండలంలో చక్రవాతముల చేత వాతావరణం సంక్షుభితం అవుతూ ఉంటుంది. ఏడాదిపొడుగునా వర్షపాతం సుమారుగా సరిసమానంగా ఉంటుంది. ఈ మండలంలో అరణ్యాలు అధికం; ఉత్తరానకన్న దక్షిణాన చల్లదనం అధికం.

ఆర్కిటిక్ శీతోష్ణస్థితులు : “ఆర్ధరాత్రి సూర్యుడు” ఉండే సమయంలో, అంత ఆర్కిటిక్ వృత్తంలో వేసవిలో చల్లని తేమగల శీతోష్ణస్థితి, తరుచు వర్షపాతం ఉంటుంది. నేల తరుచు చిత్తడిగా ఉంటుంది. సూర్యుడు అస్తమించి, మళ్ళీ వసంతంవరకూ సూర్యోదయంకాని శీతాకాలంలో నేలంతా హిమంతోనూ,

వముద్రం మంచుమయంగానూ ఉంటుంది. గడ్డకట్టిన మాన్ (mon) తో నిండిన అగ్నిటిక్ ప్రాంతపు చిత్తడినేలలను “అండ్రాజు” అంటారు.

### హిందూదేశపు శీతోష్ణస్థితి

భారతదేశంలో అనేకరకాల శీతోష్ణస్థితులు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి పంజాబులో వేసవిలో చాలా వేడిగానూ, శీతాకాలంలో చాలా చలిగానూ ఉండి మహాదేశీయ వాతావరణం కనిపిస్తుంది. కేరళలో ఏడాదిపొడుగునా ఉష్ణోగ్రతాఅర్ధ్రతలలో అట్టే భేదంలేని సాగరీయ శీతోష్ణస్థితి కనిపిస్తుంది. ఉత్తరాన అస్సాములో తేమ అధికం. వడమటను రాజస్థాన్ అర్ధ్రహీనంగా ఉంటుంది. ధర్మపారిలో సగటుసాలు వర్షపాతం 13 సెం.మీ. కన్న తక్కువ; అస్సాములోని చిరపుంజిలో 1080 సె.మీ. కంటే ఎక్కువగా వర్షం కురుస్తుంది.

భారతదేశపు శీతోష్ణస్థితి చాలావరకూ మన భౌగోళికమైన ఎల్లలకు బయటగల పరిస్థితులమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఉదాహరణకి, శీతలత్వమూ, వాన, హిమపాతమూ కలగడానికి తూర్పున మధ్యధరాప్రాంతంలో ఏర్పడే అధోపీడన వ్యవస్థలు కారణం అట్లాగే వేసవి ఋతుపవనాలతో వర్షవితరణము దక్షిణ అసియా, హిందూమహాసముద్రము, చైనాసముద్రముల ప్రాంతపు పీడన ఉష్ణోగ్రతలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

హిందూదేశ శీతోష్ణస్థితుల ముఖ్యలక్షణం ఋతుపవనములు అనబడే ఋతు భేదములు కలుగుకూఉండడం. శీతాకాలంలో భారతదేశంమీదుగా వీచే గాలులు సామాన్యంగా భూమిమీదనుంచి సముద్రంమీదకు ప్రయాణించేస్తాయి. వీనిని ఈశాన్యఋతుపవనములు అంటారు. హిమాలయాల అడ్డుగా ఉండడంచేత అసియాఖండపు శీతలవాయువులు హిందూదేశంలోకి అడుగుపెట్టలేకుండా ఉన్నాయి. ఉత్తరహిందూదేశంలోని ఉపఉష్ణమండల ఉన్నతపీడన ప్రశాంతప్రదేశాలలో ప్రభవించిన గాలులవల్ల బంగాళాఖాతము, అరేబియాసముద్రము, హిందూమహా సముద్రము ప్రభావితములు అవుతాయి. ఈ గాలులు భూమిమీద పుట్టడంచేత బొడిగాఉంటాయి వేసవిలో సముద్రంమీదనుంచి భూమిమీదికి గాలులు వీస్తాయి ఈ గాలులను నైఋతిఋతుపవనాలు అంటారు. ఇవి సముద్రంమీద పుట్టడంచేత



తేమగా ఉండి, వర్షాలు తరుచు కురుస్తాయి. శీతాకాలంలో మధ్య దక్షిణ ఆసియా భూఖండములు అదే అక్షాంశమువద్ద పసిఫిక్, అట్లాంటిక్ మహాసముద్రప్రాంతాల కన్న  $8^{\circ}$ — $14^{\circ}$  సెంటిగ్రేడు చల్లగానూ, వేసవిలో భూభాగం సముద్రంకన్న  $5^{\circ}$ — $8^{\circ}$  సెంటిగ్రేడు వెచ్చగానూ ఉంటుంది. ఈ భేదమునే ఋతుపవనములకు ముఖ్యకారణం

భారతదేశ భౌతిక లక్షణాలు రేఖాంశోష్ణస్థితిమీద గొప్ప ప్రభావాన్ని కలిగి ఉన్నాయి. పడమటికనుమలకు, అస్సాంకొండలకు, హిమాలయాలకు పవనఅభిముఖిత్వంలో విశేషంగా వర్షపాతం జరుగుతుంది. భారతీయద్వీపకల్ప పీఠభూమిలోనూ, గంగామైదానంలోనూ వర్షపాతం మధ్యస్థంగా ఉంటుంది. దక్షిణంజాబు, పశ్చిమ రాజస్థాన్లు చాలా పొడిగా ఉంటాయి.

ముఖ్యమైన ఋతుపవనసమయాలు రెండింటికీ మధ్య రెండు సంధిసమయాలు— నైఋతిఋతుపవనాలు ఆరంభమయ్యేముందు, అంతమయ్యేముందు వెచ్చని శీతోష్ణ స్థితి ఉన్నాయి. కనుక ఇండియాలో నాలుగు ముఖ్యమైన ఋతువులను గుర్తించ వచ్చు. —

- (1) శీతాకాలం—డిసెంబరు నుంచి ఫిబ్రవరి వరకూ.
- (2) వేసవి—మార్చి నుంచి మే వరకూ.
- (3) నైఋతిఋతుపవనకాలము—జూన్ నుంచి సెప్టెంబరు వరకూ.
- (4) తిరోగమన నైఋతి ఋతుపవనకాలము—అక్టోబరు నుంచి నవంబరు వరకూ.

1. శీతాకాలం ఈ కాలం డిసెంబరులో ప్రారంభమవుతుంది. ఆసియాలో అత్యల్పఉష్ణోగ్రతఉండే జనవరినాటికి ఈశాన్యఋతుపవనములు భారతదేశపు భూసముద్రప్రాంతములమీదుగా వీచుతాయి. విష్మలాకాశము, చక్కని వాతావరణ స్థితి, మందమైన ఉత్తరపవనాలు, అల్పమైన ఉష్ణోగ్రతాఅర్ధ్రతలూ ఇవీ డిసెంబరు నుంచి ఫిబ్రవరివరకూ ఇండియాలో కనబడే వాతావరణ లక్షణాలు. అప్పుడప్పుడు చక్రవాత అపసన్నతలు (cyclonic depressions) ఏర్పడి, ఉత్తరభారతదేశంలో పడమటినుంచి తూర్పుకి ప్రయాణించేవి. పంజాబుమైదానాలలో విశేషహిమపతనం





కలిగిస్తాయి. సాధారణంగా ఈ ఋతువులో వానలు ఇండియా వాయవ్యదిశలో అధికంగానూ, దక్షిణాన తూర్పున తక్కువగానూ పురుస్తాయి. ఉష్టోగ్రత తూర్పు దిశిని ప్రాంతాలకన్న వాయవ్యప్రాంతాన తక్కువగా ఉంటుంది.

శీతలవాతావరణానికి ప్రతీతయిన జరిపరినెలో ఇండియాలో శీతాకాలపు నగటు పరిస్థితులు ఎల్లా ఉంటాయో 14 వ చిత్రపటంలో చూపబడింది.

2 వేనవిశాలం మార్చినుంచి మే వరకూ ఉత్తరహిందూశంలో ఆవిచ్ఛిన్నం గానూ, వేగంగానూ ఉష్టోగ్రత పెరుగుతుంది, గాలివత్తిడి తగ్గుతుంది. ఈ నెలలో దక్షిణహిందూమహాసముద్రంలో ఉష్టోగ్రత తగ్గుతుంది. మార్చిలో దక్కను పీఠభూమిలో సగటున అత్యున్నత ఉష్టోగ్రత 38° సెంటీగ్రేడుమేర, గుజరాతు, మధ్యప్రదేశ్ లలో ఏప్రిల్ లో 33°—34° సెంటీగ్రేడుమేర ఉంటుంది. మే లో ఉత్తరహిందూశంలో ముఖ్యంగా వాయవ్యదిశలో ఉన్న ఎడారిప్రాంతంలో అత్యున్నత ఉష్టోగ్రత 48° సెంటీగ్రేడుకు పైబడి ఉంటుంది, దుమ్ము బుఫానులు తరచుగా వస్తూఉంటాయి. వాయవ్యభారతదేశంనుంచి ఛోటానాగపూరువరకూ అత్యల్పపీడన ప్రదేశం విస్తరించి ఉంటుంది దీనివల్ల పశ్చిమబెంగాల్ తీరంలో దక్షిణపవనాలూ, బొంబాయితీరంలో వాయవ్యపవనాలూ వీచి, కుండపోతగా వాన వడగళ్లు, ఉధృతిమైన గాలులు కలుగుతాయి పశ్చిమబెంగాలులో ఈ వాయవ్య పవనాలు (Nor'westers) టార్నెడోల, త ఉద్భవతంగా వీచి అపొకనష్టాన్ని కలిగిస్తాయి.

ఈ ఋతువుకి ప్రతినిధిఅయిన ఏప్రిల్ లో నగటు వాతావరణపరిస్థితి ఎల్లా ఉంటుందో 15 వ చిత్రపటంలో చూపబడింది.

3 నైఋతి ఋతుపవనకాలము : మే మాసాంతంలో, పశ్చిమరాజస్థాన్ నుండి పశ్చిమబెంగాలువరకూ అల్పపీడనప్రదేశం విస్తరించి ఉంటుంది. భూమధ్యరేఖకు దక్షిణంనుంచి ఉత్తరదిశగా అగ్నేయవ్యాపారపవనాలు బంగాళాఖాతంలోకి, ఆరేబియాసముద్రంలోకి వస్తాయి, భారతభూభాగంమీది వాయుపరిసంధరణంవల్ల ఇవి ప్రభావితములయి, భూభాగంమీదికి నైఋతిపవనములుగా మళ్ళింపబడుతాయి. వీటివల్ల చల్లని తేమకలిగిన నైఋతి ఋతుపవనములు ప్రభవిస్తాయి

నైఋతి ఋతుపవనములు కేరళతీరప్రాంతంలో జూన్ మాసారంభంలో వర్షిస్తాయి. ఈ ఋతుపవనాలు క్రమంగా ఉత్తరాభిముఖంగా కదిలి జూన్ మాసాంతానికి భారతదేశం అంతటా విస్తరిస్తాయి. భారతదేశానికి జూన్, జూలైలు అతి ముఖ్యమైన మాసాలు. ఏమంటే ఈ రెండునెలలలోనూ పడిన వర్షపాతవితరణముల మీద వ్యవసాయం ముఖ్యంగా ఆధారపడి ఉంటుంది.

బంగాళాఖాతంనుండి ఉత్తరంగా బర్మావైపు కదిలిపోయే ఈ ఋతుపవనాలలో కొంతభాగం అరబిక్ కొండలవల్ల పశ్చిమంగా గంగామైదానంవైపుకి మళ్ళింపబడతాయి; కనుకనే ఇక్కడ ఋతుపవనాలు నైఋతిదిశ నుంచికన్నా దక్షిణంనుంచి, అగ్నేయంనుంచి అధికంగా వీసాయి. బెంగాలులోని డెల్టాతీరాన్ని దాటినతరువాత, ఋతుపవనాలు అస్సామ, చిట్టాంగు కొండలమీదికి తరుమిడి, ఆ ప్రాంతంలో విశేషంగా వర్షిస్తాయి. ఋతుపవనప్రవాహంలో కొంతభాగం పశ్చిమానికి హిమాలయశ్రేణివల్ల మళ్ళింపబడడంవల్ల, తత్ఫలితం ఆధోసానువులవద్ద సిక్కిమ్ నుండి కాశ్మీరందాకా ఈ ఋతువులో కుండపోతగా వర్షాలు కురుస్తాయి.

అరేబియానముద్రాగతమైన నైఋతి ఋతుపవనములు పడమటికనుమలచే అడ్డగింపబడడంవల్ల, ఈ కనుమలకు పశ్చిమాన తీరప్రాంతంలో విశేషంగా వర్షం కురుస్తుంది. కనుమలను దాటినతరువాత ఋతుపవనములు దక్కనుపీఠభూమి మధ్యప్రదేశ్ లమీదుగా సాగి, బంగాళాఖాతంమీదనుంచివచ్చిన ఋతుపవనప్రవాహాలతో కలుస్తాయి. అరేబియానముద్రంతాలూకు మరొక ఋతుపవనశాఖ సౌరాష్ట్ర, కచ్ తీరములనుదాటి రాజస్థాన్ లోని అల్పజలకప్రాంతాలమీదుగా జారి ఆరావళి పర్వతాలను చేరుకుంటాయి. తూర్పుపంజాబును చేరుకున్నాక ఈ పవనములు బంగాళాఖాతంమీదుగావచ్చి, పశ్చిమానికి మళ్ళింపబడ్డ పవనప్రవాహాలతో కలిసి, పశ్చిమహిమాలయప్రాంతంలోనూ, తూర్పుపంజాబులోనూ, తూర్పురాజస్థాన్ లోనూ సుమారుగా వర్షిస్తాయి.

సాధారణంగా, నైఋతి ఋతుపవనములశక్తి, దానితాలూకు వర్షపాతమూ జూన్ నుంచి జూలై వరకూ పెరిగి, ఆగస్టులో ఇంచుమించు స్థిరంగా ఉంటుంది. నెపైంబరు రెండవవారంలో ఋతుపవనములు ఉత్తరహిందూదేశంనుంచి తిరోగమిస్తాయి.





జూలైలో నగటు వాతావరణపరిస్థితులను వివరించే 16 వ చిత్రపటములో నైఋతి ఋతుపవన తొలిలక్షణములు చూపబడ్డాయి.

4. తిరోగమన నైఋతి ఋతుపవనకాలం - శీతాకాలపు పొడివాతావరణం ఏర్పడడానికి అనువైన సందీకాలం అక్టోబరు. నవంబరు మాసాలు. ఈ కాలంలో ఉత్తర హిందూదేశంలో పొడివాతావరణం ఉంటుంది; కానీ, మద్రాసురాష్ట్రపు తీరప్రాంతాలలోనూ, ద్వీపకల్పపు ప్రాగర్ధభాగంలోనూ ఈశాన్యఋతుపవనములు అనే పేరిట సాధారణంగా వర్షాలు పడతాయి. చక్రవాతపు తుఫానులు తరుచుగా బంగాళాఖాతంలో ఏర్పడి, ద్వీపకల్పపు తూర్పుతీరంవైపుగా సాధారణంగా ప్రయాణం చేస్తాయి.

అక్టోబరునెలలో సాధారణంగా కనబడే వాతావరణపరిస్థితులు 17 వ చిత్రపటంలో చూపబడ్డాయి.



ఇరువదొకటవ ప్రకరణము

## శీతోష్ణస్థితి ననుసరించి వృక్షసంపద

వృక్షసంపద రికాలు

ఒకప్రాంతంలోని 'వృక్షసంపద' అనగానే, చెట్లు, మొక్కలు, గడ్డికూడా చేరి ఆ ప్రదేశానికి ఒకప్రత్యేకధర్మాన్ని రూపొందిస్తాయి అడవులు, వచ్చికవీళ్లు. ఎడారులువంటి వృక్ష ఆవరణములనుబట్టి వృక్షసంపద నిర్ణీతమవుతుంది. ఈ రక రకాల వృక్షసంపదలు గీతగీసినట్లు వేరువేరుగా ఉండక, ఒకదానితో ఒకటి కలిసి పోతూ విడదీయరానివిగా ఉంటాయి. ఒకరినుంచి మరొకరికి జరిగే ప్రమ పరిణామం ముఖ్యంగా సంవత్సరమైన సరాసరి వర్షపాతవితరణములనుబట్టి ఉంటుంది. వృక్షసంపద ఉష్ణోగ్రతనుబట్టికూడా మారుతుంది నేలనుకూడా పర్యాలోచనలోకి తీసుకోవలసిన విషయమే.

వాతావరణస్థితికీ, వృక్షసంపదకుగల సంబంధం చాలా ముఖ్యమైనది. పెరుగు దలకు కావలసిన ఉష్ణోగ్రత నిర్ణీతమయ్యాక, వృక్షవివృద్ధికి ముఖ్యమైనది వర్షపాతమే. వర్షపాతం అధికంగాలేని ప్రదేశాలలో, బెట్లకాలము ఎంత దీర్ఘంగా ఉంటుందన్న విషయంమీద ముఖ్యంగా సనసంపద ఆధారపడి ఉంటుంది. బెట్ల ముతుపు దీర్ఘకృతమైనకొద్దీ పెద్దచెట్లుగల అడవులు తరిగి చిట్టడవులు, వచ్చికవీళ్లు. ఎడారులు ఏర్పడుతాయి

వివిధవృక్షజాతుల వితరణము శీతోష్ణస్థితిమండలములమీద ఆధారపడిఉంటుంది. గిరిపాదంనుంచి శిఖరంవైపుకి పోతూఉంటే శీతోష్ణస్థితిభేదములవల్ల వృక్షజాతు లలో భేదాలు కనబడతాయి. కనుక కొండపైకి వెళ్ళినకొద్దీ కనబడే వృక్షవిభేదాలు భూమధ్యరేఖనుంచి ద్రువములవైపు పోయినపుడు కనబడే వృక్షవిభేదాలను గుర్తుకు తెస్తాయి.

అడవులలో ముఖ్యంగా కలపనిచ్చే చెట్లు అధికంగా ఉంటాయి. అడవిలో చెట్లు బహుదగ్గరగాఉండి వాటికొనలు ఒకదానికొకటి ఒరుసుకుంటూ ఉంటాయి.

చిట్టడపులలో పొడుగుపాటిచెట్లకుమధ్య పొదలు పెరిగిఉంటాయి. పెద్దపెద్ద చెట్లు తక్కువగానూ, చెదురుచెదురుగా తక్కువజాతిచెట్లతోనూ, పొదలతోనూ, గడ్డితోనూ కలిసిఉండే ప్రదేశాన్ని స్క్రబ్ (scrub) అంటారు. ఆకులురాల్చే వృక్షములు (deciduous), సదాహరితవృక్షములు (evergreen) అని వృక్షములను రెండురకాలుగా విభజించవచ్చు. వర్షసాతీవృక్షముల ఆకులు కొన్నిముతువులలో రాలిపోతాయి. సదాహరితవృక్షముల ఆకులు క్రమేణా రాలిపోతూ ఉంటాయి గానీ అన్నీ ఒకేసారి రాలిపోవు. ఆకుల ఆకారాన్నిబట్టికూడా వృక్షములను విభజించవచ్చు. కొన్నిచెట్లకు సూదుల్లాంటి ఆకులు ఉంటాయి. వెడల్పాటి ఆకులుగల చెట్లనన్నిటిని వర్షసాతీవృక్షములుగా పరిగణించడానికిలేదు. వెడల్పాటి ఆకులుగల చెట్లలో ఎక్కువభాగము సదాహరితములు. ముక్కోణాకారపు ఆకారంలోఉండే చెట్లఆకులు సూదుల ఆకారంలో ఉంటాయి.

### ముఖ్య అటవీమండలములు

సమశీతోష్ణ అరణ్యాల అత్యధికోష్ణతగలమాసంలో  $10^{\circ}$  సెంటీగ్రేడు సమతాప రేఖకు సంబంధించిన క్షేత్రంలో (వర్షపాతం తగినంతగా ఉండేచోట) ఇంచుమించు అంతటా అరణ్యాలు విస్తరించి ఉన్నాయి. సమశీతోష్ణమండలంలోని వెచ్చని ప్రదేశాలలో చెట్లకు వెడల్పైన ఆకులుంటాయి. ఎండతగులుతూఉన్నప్పుడు స్వేచ్ఛగా ప్రచాలనం (transpiration) చేయగలవు ఈ ఆకులు అటువంటి చెట్లు శీతాకాలంలో బయటికిపోయే వీటిని తగ్గించడానికి ఆకులను రాలుస్తాయి. వీటిని వర్షపాతులు అంటారు. ఎల్ఫ్, అత్తి, ఓక్ వృక్షాలు వీటికి ఉదాహరణలు. సమశీతోష్ణమండలంలో చల్లనిప్రదేశాలలో మరుద్భిదీయ (xerophytic) వృక్షాలు పెరుగుతాయి. శంఖుఆకారపు వృక్షాలు ఈజాతివి. వీటి ఆకులు ప్రచాలనం తగ్గించడానికి అనువుగా ఉంటాయి. కనుక వీటిఆకులు శీతాకాలంలోకూడా రాలిపోవు. వెడల్పాటి ఆకులుగల చెట్లు పెరుగలేని ఎత్తైనచోట్లకూడా ఇవి పెరుగగలవు పైన్, ఫిర్, సెదార్, పైప్రస్, జూనిపెర్, స్ప్రూస్ మొదలైనవి శంఖాకారవృక్షాలకు ఉదాహరణలు. వీటిఆకులు సుమారుగా సూదులఆకారంలో, మెతువుగా ఉంటాయి. శంఖాకారవృక్షాలు శీతలమైన సమశీతోష్ణమండలంలో బాగా పెరుగుతాయి. ఉత్తరఅక్షాంశాలలో అత్యల్పఉష్ణోగ్రతలవరకూ ఇవి పెరుగుతాయి.

గట్టిదారువుగలిగిన వర్షపాతీవృక్షాలక్రింద చిన్నచిన్న పొదలు పెరుగుతాయి. కానీ, శంఖాకారీవృక్షాలక్రింద ఇంచుమించు ఏమీ పెరుగవు. శంఖాకారీవృక్షాలు హిమాలయాలలో అధికంగానే కానవస్తాయి.

ఉష్ణమండలారణ్యాలు భూమధ్యరేఖామండలంలో అవిచ్ఛిన్నంగా అధికోష్ణోగ్రత, విశేషవర్షపాతము ఉండడంచేత పల్లపుభూములలోను, రోయలలోనూ దట్టమైన అరణ్యాలుంటాయి. నియమితంగా తగినంత నీరు వేళ్ళకు అందుతూ ఉండడంచేత పెరుగుదల నిరాటంకంగా ఉంటుంది కనుక ఇక్కడి వృక్షాలు బహువార్షికములు (perennial) గా ఉంటాయి అంటే అవి ఒక ఏడాదికంటే ఎక్కువసంవత్సరాలు బ్రతికి పెరుగుతాయి బహువార్షికములలో పెద్దచెట్లు ముఖ్యమైనవి. కనుక, నీరు పుష్కలంగా లభించే ఉష్ణమండలంలోనూ, సమశీతోష్ణమండలాలలోనూ అరణ్యాలు అధికం కేరళ రాష్ట్రంలోని కొన్నిభాగాలు ఈ లక్షణాలను ప్రదర్శిస్తాయి. అర్ధికంగా లాభదాయకములైన వృక్షములలో రబ్బరు, దారువుకు ప్రసిద్ధమైన ఎబోనీ, మహోగనీ, రోజ్ వుడ్ వృక్షాలు ముఖ్యమైనవి అల్లుకుపోయే తీగలు (పీచు వియనాలు లేక మహాలతలు అంటారు) ఈ అరణ్యాలలో అధికం. తాటివంటివృక్షాలు (palms), అరటిచెట్లు, వెదురు పొదలు, అర్కిడులు, సైకాడులు, స్కూప్రైనులు మొదలైనవి పెరగడానికి ఈ శీతోష్ణస్థితి అనువుగా ఉంటుంది నుంధద్రవ్యాలనిచ్చే చెట్లు అంటే జాజికాయ, అవంగాలు, దాల్చినచెక్క మొదలైనవి ఎక్కిడ ప్రత్యేకంగా పెంచబడుతాయి.

సహనాలు పొదలగడ్డి కల అడవి ఉష్ణమండలారణ్యాలకూ, వ్యాపారపవనక్షేత్రాలలోని బెట్టగానుండే ఎరులకూ మధ్యస్థంగా తక్కువ వర్షపాతమూ, క్రమశుభ్రతమైన (regularly recurring) బెట్టముతువులుఉండే ప్రదేశాలు ఉన్నాయి. అట్టి ప్రదేశాలలో చెట్లు చెడిదుమదురుగా ఉంటాయి. వాటిస్తానే ఏకవార్షికములు (annuals) అయిన శాఖీయపాదపములు (herbaceous plants) పెరుగుతాయి. ముఖ్యంగా, పాదపములు వర్షాకాలంలోమాత్రమే చురుకుగా పెరిగి, వానాకాలం పూర్తిఅయ్యేసరికి బెట్టముతువుకి తట్టకొగల గింజలనుగాని, దుంపలను (tubers) గానీ, కందికలను (crops) గానీ అప్పత్తిచేస్తాయి. ఆ మొక్కలు చచ్చిపోతాయి కాని, వాటివీర్రుదు, కందికలు మొదలైనవి బ్రతికేఉండి, తడి తగిలినప్పుడు

మొలకెత్తుతాయి. శాఖీయపాదపములలో గడ్డిజాతులు (*grasses*) విజయవంతంగా పెరుగుతాయి. ఈ రకమైన శీతోష్ణస్థితిగల ప్రదేశాలలో ఈ గడ్డిజాతులు అధికంగా పెరుగుతాయి బెట్టఅరణ్యాలలోనూ, చిట్టడవులలోనూ గడ్డిజాతులు అధికంగా పెరుగుతాయి. సవానాలు అనబడే ప్రదేశాలలో ఇవి ఎక్కువభాగం ఆక్రమించి ఉంటాయి. 'సవానా' అనే మాటకు అసలు అర్థం వృక్షవిహీనమైన మైదానము అని.

పచ్చికబీళ్లు పచ్చికబీళ్లలో బహువార్షికగడ్డిజాతులు నేలఅంతటా ఇంచుమించు అవిచ్ఛిన్నంగా విస్తరించిఉంటాయి. రష్యాలోని స్టెప్పీలు, అమెరికాలోని ప్రయరీలు ఇటువంటివే వేసవికాలంలో నిర్జలత్వం ఆరుదుగాఉండే ఖండమధ్య భాగంలో ఈ పచ్చికబీళ్లు అధికంగా అభివృద్ధి చెందుతాయి.

భారతీయ ద్వీపకల్పంలోని కొన్నిభాగాలలో శీతోష్ణస్థితి పచ్చికబీళ్లు పెరగడానికి అనువుగాఉంది. వర్షపాతం అధికంగానూ, శీతాకాలంలో చలి తక్కువగాఉండే సాత్పురాజిల్లాలలోనూ, సీలగిరికొండలలోనూ, పశ్చిమవక్కనులోనూ, షిల్లాంగు పీఠభూమిలోనూ మంచి పచ్చికబీళ్లు ఉన్నాయి

తినడానికి పనికివచ్చే గింజలనుయిచ్చే గడ్డిజాతులను 'శృణుదాన్యపు' (*cereals*) మొక్కలు' అంటారు. ఇంతటి ముఖ్యమైన ఆహారదాన్యాలు ఈ పచ్చికబీళ్ళల్లోనే ఉత్పత్తిఅవుతుంది. గోధుమకన్న వరికి అధికోష్ణోగ్రత, ఆర్ద్రత కావాలి. కనుక, ఇండియాలో వరి ముఖ్యంగా గంగ, గోదావరి, కృష్ణ, కావేరీవంటి నదుల డెల్టా భూమి, లోలో పండించబడుతున్నది. దక్కనులోని బెట్టప్రదేశాలలో ముఖ్యంగా జొన్నలులాంటివి పండుతాయి. మిగిలిన పరిస్థితులన్నీ అనుకూలంగా ఉంటే గోధుమపండ్ల మండలము ముఖ్యంగా  $40^{\circ}$ — $52^{\circ}$  అక్షాంశములమధ్యన ఉన్నది. అయితే మండలానికి ఉత్తరాన, దక్షిణానకూడా గోధుమసంబంధ పండించుకుండా పోవడంలేదు. బార్లీ ఇంతకన్న వికాలమైన మండలంలో - ధ్రువములవైపు, భూమధ్యరేఖవైపుకూడా పండుతుంది. గోధుమలుపండే మండలానికి ఉత్తరాన ఓట్లు పండుతాయి, దక్షిణాన మొక్కజొన్నలు పండుతాయి.

సమశీతోష్ణ, శీతలమండలాలలో అరణ్యప్రాంతాలకు అనువాతదిశలో పచ్చిక బీళ్లు పెరిగినట్లే, ఈ పచ్చికబీళ్లకు భూఖండపుదిశలో చుట్టుపక్కల ఉన్నతభూమి

సముద్రానికి దూరంగా ఉండిన కారణంచేత వీచే పవనాలను శోషించడంచేత ఎడారులు ఏర్పడ్డాయి.

**ఎడారి వనసంపద :** ఎడారిపరిస్థితులలో ఆర్ధ్రగ్రత స్వల్పంగా ఉండడంచేత నేల అంతటా పాదప పరివృతమై ఉండదు. కొన్ని ఎడారులలో తేమ స్వల్పాతిస్వల్పం కావడంచేత మొక్కల పెరుగుదల ఇంచుమించు ఏమీలేకుండా ఉన్నది కొన్ని ఎడారులుమాత్రం తత్సృష్టికి విశిష్టమైన పాదపములను కలిగిఉన్నాయి అసలే నీరులేని ఎడారులు చాలాతక్కువ పటములలో ఎడారులుగా చూపబడిన ప్రదేశాలలో చాలాభాగం వనసంపదదృష్ట్యా ఉపఎడారులు మాత్రమే. ఈ ప్రాంతపు వనసంపద లక్షణం ఏమిటంటే అక్కడక్కడా చెరువుచురుగు మొక్కలు కానరావడం.

వ్యాపారపవనక్షేత్రంలోఉన్న ఘామిలో నగంపైగా ఎడారులే అక్కడ పెరిగే కొద్దిపాటి మొక్కలూ మరుద్భూతికముల అంటే అనావృష్టిపరిస్థితులకు తగినట్లుగా ప్రచాలనం సాధ్యమైనంత తక్కువ ఉండేటట్లుగా ఆకులు కండకలిగి, తోళ్ళలాగా నూగుకలిగి, మైనపుపూతకలిగే సూదుల్లాగా చిన్నవిగానూ, అసలే లేకుండానూ ఉంటాయి. ఎడారుల పొలిమేరలలో వర్షపాతం కాస్త మెరుగ్గాఉండేచోట కసింద వంటి ముళ్ళమొక్కలు ఎక్కువ. ఒయాసిస్సులదగ్గరా, నదీతీరములదగ్గరా ఖర్జూరవృక్షాలు పెరుగుతాయి.

పంజాబు, రాజస్థాన్లలోని అల్పజలకప్రాంతాలను ధార్ఎడారి అంటారు; కాని ఈ ప్రాంతపు ఉపరితలను, వనసంపదను తరిచిమూస్తే ఈ ప్రాంతం సామాన్యార్ధంలో ఎడారికాదు అని తెలుస్తుంది. దీని తూర్పుభాగంలో తేమ కాస్త అధికంగానూ, ఇసుక తక్కువగానూ, పైప్లీలవంటి వనసంపదను కలిగిఉంటుంది.

### భారతీయ వనసంపద

ఈ ప్రకరణంలో ఇంతకుముందు వేరువేరు శీతోష్ణస్థితులుగల ప్రాంతాలను గురించి చెప్తూ, ఆ యా పరిస్థితులలో ఇండియాలో పెరిగే వృక్షసంపదనుగురించి అక్కడక్కడ ప్రస్తావించాం. ఇప్పుడు ఇండియాలోని ముఖ్యమైన వనసంపదగల ప్రాంతాలు క్లుప్తంగా వర్ణింపబడుతాయి.

ఇండియా  $8^{\circ}4'$  ఉత్తరఅక్షాంశానికి  $37^{\circ}6'$  ఉత్తరఅక్షాంశానికి మధ్యఉండడం చేత అక్షాంశకవిస్తరణ (latitudinal spread) తగినంతగా ఉంది. కనుక ఉష్ణోగ్రతాపరిస్థితులలోకూడా అధికమైన విభేదాలు ఉన్నాయి. ఔన్నత్యంలోకూడా విభేదాలు అధికంగానే ఉన్నాయి. సముద్రమట్టంనుంచి ప్రపంచంలో అత్యున్నతమైన పర్వతాలవరకూ వివిధఔన్నత్యాలు ఉన్నాయి కనుక సముద్రతీరప్రాంతాలకీ పర్వతాగ్రాలకీ మధ్య ఇండియాలో ఉష్ణమండల శీతోష్ణస్థితినుంచి ఆర్కిటిక్ శీతోష్ణస్థితివరకూ అన్నిరకాల పరిస్థితులూ కనిపిస్తాయి. మైదానాలలో అవిచ్ఛిన్నంగా వనసంపద అభివృద్ధిఅవుతుఉంటే నిరంతర హిమపరిచ్ఛిన్నమైన హిమాలయపర్వతాగ్రాలమీద అరలు ఏ మొక్కలూ పెరుగకుండా ఉన్నాయి. వర్షపాతమూ, ఆర్ద్రతా రాజస్థాన్ ఎడారిలో అత్యంతస్వల్పమైఉండగా అస్సాం కొండలలో అత్యధికంగా ఉన్నాయి. అస్సాములోని చిరపుంజి 1080 సెం. మీ. సాటువర్షపాతంకలిగి ప్రపంచంలోకెల్లా అత్యధికార్ద్రతగల ప్రదేశంగా పేరొందింది.

సాపేక్ష్యంగా అల్పవర్షపాత ఆర్ద్రతలదృష్ట్యా దక్కను, సింధుమైదానము, పడమటిహిమాలయములకీ మలబారు, దిగువ గంగామైదానము అస్సాము, తూర్పు హిమాలయాలకీ భేదం ఉంది. హిమాలయములలో వనసంపదాలక్షణములను నిర్ణయించే ముఖ్యాంశం 'ఔన్నత్యం' లేదా 'ఎత్తు'

మలబారు ప్రాంతం ఈ ప్రాంతం అత్యధిక ఆర్ద్రతకలిగిన (వర్షపాతం 200 సెం మీ. కన్న అధికం) పర్వతప్రదేశం. భారతీయ ద్వీపకల్పానికి పడమటి తీరానికి సమాంతరంగా విస్తరించిఉంది. ఒక్క ఉత్తరానతప్ప పడమటికనుమలు చాలాచోట్ల చదునైనతీరంనుంచి ఒక్కసారిగా పైకిలేస్తాయి. వీటి పడమటి చరియలు సదాహరితసాంద్రారణ్యాలతో కప్పబడిఉంటాయి. అనేకరకాల తాళవృక్షాలు ఉన్నాయి. వాణిజ్యసస్యములలో ముఖ్యమైనవి పోక, కొబ్బరి, తాడి, మిరియం, కాఫీ, టీలు. రబ్బరు, జీడిమామిడి, యాకలిష్టనలను అనువైన ప్రదేశాలలో విజయవంతంగా పండిస్తున్నారు. (అధికార్ద్రతాప్రదేశాలలో రబ్బరు, తీరంవెంబడిని జీడిమామిడి, నీలగిరి తదితర పర్వతాలలో యాకలిష్టను). మలబారు ఆర్ధికవ్యవస్థలో కొబ్బరి ముఖ్యపాత్ర వహిస్తుంది. ఈ చెట్లు తీర ప్రాంతపు లాగునులవద్ద, కాలువలవద్ద విరివిగా పెరుగుతాయి.

అస్సామ ప్రాంతము : ఈ ప్రాంతంలో చాలాచోట్ల వర్షపాతం 200 సెం. మీ. దాటుతుంది. వనసంపద బహుసమృద్ధిగా ఉంటుంది. టీ, ఇతరసస్యాలు పెంప బడవి లోయలలో సవానారకపు తృణాలుగాని, సదాహరితసాంద్రారణ్యాలుగాని ఉంటాయి.

అస్సామప్రాంతపు పర్వతారణ్యాలు - ఓక్క అల్పైనుమండలం లేకపోవడం మినహాగా - తూర్పుహిమాలయప్రాంతారణ్యాలను పోలిఉంటాయి. ఈ పర్వతారణ్యాలను స్థూలంగా మూడురకాలుగా విభజించవచ్చును. సదాహరితములు, వెడల్పాటి ఆకులుగల అడవులు, పైన్ వృక్షారణ్యాలు, అస్సాములోని పర్వతాగ్రములయందు నీలగిరిలోలాగే పచ్చికబీళ్లు, పొదలు, వృక్షాలు (నీలగిరి జాతివే) ఉంటాయి.

తూర్పుహిమాలయ ప్రాంతము సిక్కిమ్కి తూర్పుగా విస్తరించిఉన్న ఈ ప్రాంతం హిమాలయప్రాంతం అంతటిలోనూ ఆర్ధ్రతమమైనది. ఈ ప్రాంతంలో డార్జిలింగు, కర్పియాంగ్, తదితరపట్టణాలు ఉన్నాయి. పశ్చిమహిమాలయాలలో చాలాభాగాలకన్న ఈ తూర్పుహిమాలయములు ఔన్నత్యములో తక్కువగాఉండి, సాపేక్ష్యంగా ఇక్కడ వెచ్చగాఉండి, కలపదొరికేరేఖ, అల్పైన్స్లోరా, హిమరేఖలు పశ్చిమ హిమాలయాలలోకన్న ఎక్కువ ఎత్తులో ఉంటాయి.

తూర్పుహిమాలయాలలో సమశీతోష్ణమండలం 1500 మీ నుంచి 3650 మీ. ఎత్తువరకూ ఉంటుంది. ఈ మండలపు అధోభాగంలో 2750 మీ. క్రింద ఓక్, లారెల్, మాఫల్, అర్డర్, బిర్చి మొదలైన వెడల్పుఅకులచెట్లు విరివిగా ఉంటాయి. శంఖుఅకారవృక్షాలు తరుచుగా 2750 మీ. కన్న ఎత్తున పెరుగుతాయి.

రోడోడెండ్రాన్, డ్వార్ఫ్విల్లో అనే వృక్షాలుకూడా ఈ ప్రాంతంలో ఎన్న దగ్గవే. కొన్నిచోట్ల వెదురు బహుదట్టంగా పెరుగుతుంది. పేము, విననకర్రతాడి అనే రెండురకాల తాళజాతులు ఇక్కడ పెరుగుతాయి.

అల్పైన్ మండలం 3650 మీ. నుంచి 4900 మీ. వరకూ విస్తరించిఉంది. అనేకరకాల రొడోడెండ్రానులు ఇక్కడ ఉన్నాయి. ఉపరిసమశీతోష్ణమండల తాలూకు జూవిపెర్వృక్షాలుకూడా ఈ మండలంలో చాలా ఎత్తుదాకా ఉంటాయి.

పశ్చిమ హిమాలయ ప్రాంతం . ఈ ప్రాంతంలో ఉపహిమాలయపథము, కుమావ్ నుంచి కాశ్మీరం వరకూ హిమాలయ శ్రేణి ఉన్నాయి. సామాన్యంగా తూర్పు హిమాలయాలకన్న పశ్చిమ హిమాలయాలు శీతలతరంగానూ, అర్ధ్రరహితంగానూ ఉంటాయి. వర్షపాతం 100 నుంచి 200 సెం. మీ. మధ్య మారుతూ ఉంటుంది లోపలి లోయలు, వాయవ్యభాగములు, కుష్కవాతావరణాన్ని కలిగి ఉంటాయి. నైనితాల్, మసోరీ, సిమ్లా, కాశ్మీరములు ఈ ప్రాంతంలో ఉన్నాయి.

ఉప పర్వతమండలం (sub-montane zone), దిగువకొండలు 1500 మీ. వరకూ ఈ ప్రాంతపు తూర్పుభాగంలో ఇంచుమించు అవిచ్ఛిన్నమైన సాల్ వృక్షరణ్యాలను కలిగిఉన్నాయి ఈ ప్రాంతపు పశ్చిమభాగంలో అడవులు కుష్కతరంగానూ, మొక్కలు మరుద్బుదికములుగానూ ఉంటాయి. తూర్పు హిమాలయాలలో అనేక తాళవృక్షజాతులు ఇండగా ఈ ప్రాంతంలో 5 రకాల తాళజాతులు మాత్రమే ఉన్నాయి.

1500 మి నుంచి 3650 మీ వరకూ విస్తరించిన సమశీతోష్ణమండలంలో శంఖాకార వృక్షములూ, సమశీతోష్ణమండలంతాలాకు వెడల్పు ఆకులచెట్ల అరణ్యాలు ఉన్నాయి ఇతర శంఖాకార వృక్షాలలో బహ్మ (yew) వృక్షాలు కొన్నిచోట్ల అధికం కొన్నిచోట్ల వైప్రన్ వృక్షాలు, తినదగ్గ వైన్ వృక్షాలు పొడిలోయలలో కనిపిస్తాయి. ఓక్, మాపుర్, హార్స్ చెస్ట్ నట్, పోప్లర్, ఎర్క్, దిర్చివృక్షాలున్నాయి.

సమశీతోష్ణమండలంపైన 4600 మీ. వరకూ ఆల్పైన్ మండలం ఉంది. ఈ ప్రాంతంలో సిల్వర్ ఫిర్, సిల్వర్ బిర్చ్, జూవిఫెర్ వృక్షాలు ఉన్నాయి.



జరుగదరెండవ ప్రకరణము

## నేలకోత - తత్ఫలితములు

భూఅపరదనము (నేలకోత)

భూఅపరదనం అనేది అనేకయుగాలుగా జరుగుతున్న ప్రకృతిసహజమైన ప్రక్రియ. సృష్టిలో ఒకరకమైన సంతులనం (balance) ఉన్నది. తత్ఫలితంగా శిలా మాతృకనుంచి మట్టి ఏర్పడింది. ప్రపంచమంతటా డెల్టాప్రాంతాలలోగల సారవంతమైన మట్టి ఇందుకు తార్కాణం. మానవుడు అర్థంపర్థంలేకుండా అడవులను కొట్టివేయడంవల్లనూ, వివేకరహితంగా పచ్చికబీళ్ళలో అధికంగా పశువులను మేపడంవల్లనూ, సంకరటింకిర డ్రెయినేజిస్కీములవల్లనూ ప్రకృతి లోని ఈ సంతులనం దెబ్బతింటోంది. ఒకసారి సంతులనం నమసిపోయిందంటే అపరదనపు రేటు పెరుగుతుంది. అధికీకృత భూఅపరదనమే కొన్నికొన్ని నాగరికతలు రూపుమాసిపోవడానికి ప్రధానహేతువు అని చరిత్రను పరిశీలిస్తే ఎన్నో ఉదాహరణలు కనిపిస్తాయి.

ఘామిని అస్తవ్యస్తంగా వాడుకుంటే భూఅపరదనం త్వరితమై గల్లీలు, రెవైనులు (Ravines—వాగులు, గోతులు) ఏర్పడుతాయి. ఒకప్రాంతంలో భూఅపరదనంవల్ల సారవంతమైన మట్టిపోగా, చారిద్ర్యమూ, ఔషమూ మిగులుతాయి.

పశ్చిమబెంగాల్, ఉత్తరప్రదేశ్, మధ్యప్రదేశ్, ఢిల్లీ, రాజస్థాన్, ఇంకా ఇండియాలో అనేకప్రాంతాల్లో భూఅపరదనంవల్ల దుస్థితులు కలిగేయి. సంజాబులో పశువులను అధికంగా మేపడంవలన గిరిసానువులలో పచ్చిగడ్డి మాయమైంది ప్రకృతిసిద్ధంగా పెరిగే గడ్డి పూర్తిగా తొలగిపోవడంతో భూఅపరదనం త్వరితమైంది బంగాళాదుంపలను పండించడంకోసం చెల్లువెరవడమూ, వ్యవసాయార్థం అడవులను తెగనరకడమూవల్ల మద్రాసురాష్ట్రంలోని నీలగిరికొండలు భూఅపరదనం జరిగి బాగా దెబ్బతిన్నాయి. మైసూరురాష్ట్రంలోకూడా జరిగే ఈ మాదిరి

నష్టం తక్కువేమీకాదు, కలవకోసం అడవులను నరకడమూ, అతిగా పశువులను మేపడమూ అక్కడకూడా జరుగుతోంది.

ఉత్తరహిందూదేశంలో రైవైనలు అధికం చంబల్ అభివృద్ధిపథకం సందర్భంలో విమానవర్యవేక్షణ జరుపగా, ఆ ప్రాంతంలో 4.5 మీ. నుంచి 6 మీ. లోతువరకూ గల (రైవైనలు) గండువాగులు, గోతులుగల ప్రదేశం 1,25,000 ఎకరాలుకూడ వుండవచ్చునని తేలింది. మధ్యప్రదేశ్ లో చంబల్, కాంసింద్, వాటి ఉపనదులు విస్తరించిన ప్రదేశంలో ఈ రైవైనలు జహాళంగా ఉన్నాయి. ఈ వాగులవల్లనూ, గండువాగులవల్లనూ సుమారు 15 లక్షల ఎకరాల భూమి నిరుపయోగమైనట్లు తెలుస్తోంది. వీటిలో 6 లక్షల ఎకరాలు గ్వాలియరు, మొరేను, ఖిల్ అనే మూడుజిల్లాలలో ఉన్నాయి ఉత్తర్ ప్రదేశ్ లో గంగా సింధు లోతలము యమన, చంబల్, గోమతి, తదుపశాలవల్ల ఖండితమైంది.

మద్రాసురాష్ట్రంలో దక్షిణఆర్కాటు, ఉత్తరఆర్కాటు, కన్యాకుమారి, తిరుచ్చి, చెంగల్పట్టు, సేలం, కోయంబత్తూరుజిల్లాలలో రైవైనలు తరుచుగా కనిపిస్తాయి.

ఘట్టమబెంగాల్ లో పురూలియాజిల్లాలో కంగ్సబతీనదీ ఉపరిసరప్రదేశ్ లో గల్గి, రైవైనలు అధికం.

భూఅపరిదనప్రభావితమైన ప్రదేశం ఇండియాలో ఎంత ఉందో తెలిపే ఖచ్చితమైన లెక్కలు లేవు గానీ, అధమం లక్ష ఎకరాల ప్రదేశమైనా వ్యవసాయానికి పూర్తిగా నిరుపయోగం అయిపోయిందనీ, ఏటా ఇంకా ఎక్కువప్రదేశం సారహీనమవుతోందని తెలుస్తోంది కనుక భూఅపరిదనం అనేది దేశవ్యాప్తమైన పీడనక్రిమమైన శాస్త్రీయవిధానాలద్వారా దీనిని అరికట్టడానికి ప్రయత్నం జరగాలి.

అపక్షయకారకముల ప్రభావంవల్ల మట్టి పార్శ్వదృశ్యము అడుగునుంచి పైకి ఈ క్రిందివిధంగా ముఖ్యమైన మూడు పొరలుగా కనిపిస్తుంది : 1 గట్టిరాయి, 2. రాతిముక్కలు కలిసిన అధోమృత్తిక (sub soil), 3. ఇసుక, మట్టి, చిన్న చిన్న రాతిముక్కలు కలిసిన పైమట్టిపొర ఈ పైపొరలోనే మొక్కల పెరుగుదలకు అవసరమైన అంగారకపదార్థాలూ, రసాయనద్రవ్యాలూ, సారములూ ఉంటాయి. మట్టి సరాసరిని 20—30 సెం.మీ. మందాన ఉంటుంది. ఇదే మొక్కలు పెరుగడానికి హేతుభూతమవుతోంది.

## అపరదన ఫలితములు

ఒకప్రదేశంలోని వర్షపాత, ఉష్ణోగ్రతలకూ, అక్కడ పెరిగే వృక్షచ్ఛాదనకీ, తద్వారా ఒరిగే మృత్తికాపరిరక్షణకీ మధ్య సంతులనం ఒకటి ప్రకృతిలో ఉంది. గడ్డి, పొదలు, చెట్లు, మృత్తికాపరివహనాన్ని అడ్డగిస్తాయి. ఈ సహజాచ్ఛాదనం కిందకూడా కొంత అపరదనం జరుగుతుంది కానీ, అది బహుస్వల్పంగా ఉంది. మామూలు అవక్షయప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడుతూఉండే కొత్తమట్టితో సరిసమానంగా ఉంటుంది. ఈ విధమైన అపరదనం చెప్పుకోదగ్గది ఏమీకాదు. ఎటుంచే శిలావిచ్ఛేదనకూ, మృత్తికాజననానికీ మధ్య సంతులనం ఏర్పడి ఉంటుంది ఈ సంతులనం విచ్ఛిన్నమైనప్పుడు అపరదనం త్వరితంగా జరుగుతుంది ఈ త్వరమాతాపరదనం జరుగడానికి మానవుడే ముఖ్యమైన కారణం. అడవులు కొట్టడం, కొండవాలుల మీద వ్యవసాయంచేయడం, పశువులను అతిగా మేపడం, అస్తవ్యస్తమైన నీటి పారుదల పథకాలను అమలుజరుపడం, తగులబెట్టడంవల్ల అచ్ఛాదన తొలగించడం - మొదలైనవి భూఅపరదనం జరుగడానికీ, తద్వారా మంచితూములు నాశనమై పోవడానికీ కారణాలు.

దట్టమైన వృక్షచ్ఛాదనకలిగిన నేలమీద వానపడితే, స్వల్పమైనజలం నెమ్మదిగా నేలలోకి ఇంకుతుంది; కాని అదేవాన అచ్ఛాదనరహితమైన నేలమీదపడితే, ఆ వేగానికి మట్టికణములు లేవనెత్తబడి నీటిలోకలిసి తేలి బురదనీరుగా నేలమీద ప్రవహిస్తుంది. జలఆయతనం పెరిగినకొద్దీ నీటివేగం పెరుగుతుంది దానితో అపరదనశక్తిన్నీ పెరుగుతుంది. కనుక కుండపోతగా వర్షంకురిసినప్పుడు నిట్రపు వాలులలోని నిరాచ్ఛాదితమృత్తిక బురదనీరుగా క్రిందికి ప్రవహిస్తుంది.

ఈ విధమైన మృత్తికాఅనాచ్ఛాదనంవల్ల విపరీతమైన వరదలు కలుగుతాయి. వాటలకు, రైలుపంతెనలకు, వ్యావసాయిక రహదారికాలువలకు, రిజర్వాయర్లకు, జలవిద్యుత్తు ప్రాజెక్టులకు, నీటిసరఫరా పంపింగుస్టేషనులకు ఈ వరదలవల్ల పెద్దదెబ్బ. అమెరికాలో జరిపిన పరిశోధనలవల్ల ఇటీవలికాలంలో ఈ దేశంలో అనేకప్రాంతాలలో వరదలు మరింత తరుచుగా, వేగంగా కలుగుతున్నాయని తేలింది పశువులను అతిగా మేపడంవల్లనూ, అడవులను నరుకడంవల్లనూ జరిగే

వృక్షచ్ఛాదనానిర్మూలనంవల్ల ప్రవాహవేగం అధికమై ఈ విధంగా జరుగుతోందని తెలిసింది

ప్రవాహోదకం మోసుకుపోయే ఒండలిమిట్టి వగైరాలతో నదులు దిబ్బలువేయగా వాటిలో నీటిపారుదలక క్రితగ్గుతుంది కనుక నీటిపారుదలకు అడ్డంకు లేర్పడతాయి. ఒండ్రు, ఇసుక అతిగా మేటలువేయడంవల్ల నదిమట్టం పెరిగి, వ్యవసాయ భూములకు విపరీతనష్టం కలుగుతుంది మద్రాసురాష్ట్రంలోని తిరుచినాపల్లి, తంజావూరుజిల్లాలలో కావేరీనదీతలం క్రమక్రమంగా పైకి పెరిగి పాతఇరిగేషన్లు స్తాయిస్సులు (sluices) మురుగుకొల్వల ద్వారాలు ఇసుకవల్ల మూసుకుపోతున్నాయి.

భూఅపరదనంవల్ల చెరువులు పూడిపోవడంకూడా జరుగుతుంది. గురుత్వాకర్షణవల్ల మట్టి కిందికి జారుతుంది; క్రమంగా చెరువు పూడిపోతుంది ఈ విధంగా దక్షిణహిందూదేశంలోని చాలా చెరువులు వేగంగా పూడిపోతున్నాయి. వర్షం వర్షాక చెరువునీరు మడ్డిరంగుగా మారితే భూఅపరదనప్రక్రియవల్ల చెరువు పూడిపోతుందని గుర్తు. దీనిని గమనించి వెంటనే జాగ్రత్తలు తీసుకోవాలి.

నేలమీదపడ్డ వాననీరు కొంత మట్టివల్ల పీల్చబడి, భూమిలోకి ఇంకుతుంది. ఈ నీరు కిందికి దిగడంవల్ల నీటిమట్టముయొక్క ఎత్తు పెరుగుతుంది. వృక్షచ్ఛాదనంవల్ల నీరు భూమిలోకి ఇంకడం అధికమవుతుంది. ఎండుటాకులు, సచ్చిక బీళ్ళలోని గడ్డి నీటిప్రవాహాన్ని అరికట్టి, భూమిలోనికి ఇంకడానికి దోహదం చేస్తాయి. గడ్డివల్ల నీరు భూమికి తగులుతూ చాలాకాలం ఉంచబడడంవల్ల ఆ నీరు భూమిలోనికి క్రమంగా ఇంకుతుంది ఈ విధంగా ప్రవాహంతగ్గి, అవశోషణం పెరుగుతుంది. కనుక పంటలకు ఇది చాలా లాభదాయకం పైగా నీటిమట్టమును పైకిపెంచడంవల్ల పంటలకవసరమైన నీరు అధికంగా లభ్యమవుతుంది.

అపరదనంవల్ల నష్టాలు మూడువిధాలు: (1) ఆమూల్యమైన వృక్షహారం ద్రావణంరూపంలో కొట్టుకుపోతుంది (2) మెత్తని ఒండలిమిట్టి తొలగిపోతుంది (3) కొన్నిసమయాలలో నేల కోతపడి కొట్టుకొనిపోతుంది.

## అపరదనంలో రకాలు

గాలి, నీరు అతిమరుతైన అపరదనకారకములు ఎడారులలోనూ, అర్ధశుష్క ప్రదేశాలలోనూ పవనాపరదనం ముఖ్యమైనది. తేలికైన గరుముమట్టి ఇసుక బరువుగల నేలలకంటే పవనాపరదనంకు సులభంగా లోనవుతాయి.

వర్షపాతం బహుతక్కువగా (సాలుకి 125 మి. మీ. నుంచి 250 మి. మీ. వరకూ) ఉండే అల్పజలకప్రదేశాలలోనూ, నదీనరోసముద్రతీరాలలోనూ పవనాపరదనం (గాలికోత) మరుగ్గా సాగుతుంది. ఇసుక గాలిచేత స్థలచలనం పొందుతుంది ఎడారులనుండి మోసుకుపోబడ్డ ఇసుక చుట్టుపక్కల వ్యావసాయక భూములమీదపడి వాటి ఫలదతను దెబ్బతీస్తుంది

ఇండియా వాయవ్యభాగంలో గుజరాత్, పంజాబ్, రాజస్థాన్లలోని కొన్ని భాగాలలో 1,00,000 చ.కి.మీ. ప్రాంతంలో విస్తరించిన అల్పజలకప్రదేశం తీవ్రమైన పవనాపరదనానికి గురి అవుతోంది. పశ్చిమంనుంచి తూర్పువైపుకి వెళ్ళిన కొద్దీ సారం పెరుగుతుంది నిజమే కాని, ఈ ప్రాంతంఅంతా మొత్తంమీద ఇసుకమైదానమే. పర్వతాలమీద, శిలాపీఠభూములమీద మట్టిపొర బాగా పలువగా ఉంది, పాదపరహితమై ఉండడంచేత, పైమట్టి గాలికి కొట్టుకుపోవడంగాని, నీటివల్ల తొలగింపబడడంగానీ జరుగుతుంది.

నీటివల్ల జరిగే అపరదనం (నీటికోత) అన్నిటికన్న తీవ్రంగా ఉంటుంది. ఇది భారతదేశంలో అన్నిచోట్లా జరుగుతుంది. జలాపరదనం నాలుగు రకాలుగా ఉంటుంది (1) ఉపరితలాపరదనం లేక ఫలకాపరదనం, (2) ఫింగర్ గల్లియింగ్ (అంగుళీఅవనాశనము), (3) గల్లీఅపరదనము, (4) ప్రవాహాపరదనము.

అలకాపరదనము (Sheet Erosion) అపవాహజలచలనము (run off water) వల్ల ఆవరణితమైతక్కువైన చుక్కలుగా ఎరుడుతుంది, సహూనవైశాల్యములుగల ప్రదేశములనుంచి తొలగింపబడ్డ మట్టి ఇంచుమించు సమానంగానే ఉంటుంది ఇది చాలా అమాయకంగా కనబడే ప్రక్రియ. ఏమంటే దీనివల్ల జరిగే నష్టం సులభంగా దోస్తకంకాదు. ఒక్కొక్కసారి గట్టిగా వర్షంపడ్డప్పుడల్లా బహు సారవంతమైన పైమట్టి ఊడ్చుకుపోతూ ఉంటుంది. కొంతకాలం గడిచేసరికి

సారం పూర్తిగా తొలగిపోయి మట్టి లేతరంగులోకి మారి అధోమృత్తికను పోలి ఉంటుంది సారం తగ్గడంవల్ల ఆ నేలలో పంట దిగుబడి క్రమంగా తగ్గిపోతుంది.

ఫింగర్ గల్లీయింగ్ జాలుకోత ఘామి సమతలంగా లేకపోతే వాననీరు చిన్న చిన్న కాలువలుగా కేంద్రీకృతమై, ఈ పల్లకాలువలు కొన్ని కలుసుకుని పెద్ద కాలువలై, ఈ పెద్దకాలువలు గిరితటసరస్సులుగా ఎర్పవచ్చు ఇవి అన్నీకలిపి శాఖోపశాఖలు కలిగిన వృక్షములాగ కనిపిస్తాయి ఫలకాపరదనానికి, గల్లీల నిర్మాణానికి ఈ ప్రక్రియ మధ్యస్థితి

గల్లీ అపరదనము (ఫింగర్ గల్లీయింగు) జాలుకోత, బాగా ముడిరితే కాలువలు, శయ్యలు మార్చరానంత లోతుగాఅయి, గల్లీఅపరదనం (పిల్లివారులు) అభివృద్ధి అవుతుంది వర్షంపడినప్పుడల్లా గల్లీలు లోతుగానూ, విశాలంగానూ అయి, చుట్టుపక్కల ప్రదేశాలనన్నింటినీ త్వరలోనే ధ్వంసంచేసివేస్తాయి గల్లీల పైజు, ఆకారమూ అక్కడి మట్టిమీద, వర్షపాతంమీదా, నేలవాలుమీద, అధోమృత్తికమీదా, జలవిభాజకం (watershed) యొక్క ఆకారపరిణామములమీద ఆధారపడిఉంటాయి ఘామ్యుపరితలానికి దగ్గరలోనే కరినశీల తగిలితే గల్లీలు అగభీరము, విశాలము అయిఉంటాయి. అధోమృత్తిక బంకివంటిది అయితే అగభీరమైన V - ఆకారపు గల్లీలు ఏర్పడుతాయి. అధోమృత్తిక మెత్తగాఉంటే విశాలమూ, గభీరమూ అయిన U - ఆకారపు గల్లీలు ఏర్పడుతాయి. పొడుగ్గా సాగడమూ, విశాలం కావడమూ, శాఖోపశాఖలు నిర్మించడమూద్వారా గల్లీలు అభివృద్ధి అవుతాయి. ఒక్కసారిగా 3, 4 మీ. లోతువరకూ మట్టిలోకి గల్లీకోపి, తరువాత క్రమంగా చదునుఅయితే రెవైన ఏర్పడుతుంది (20 వ చిత్రపటం). రెవైన సామాన్యంగా 30 మీటర్లు పైబడిన లోతు కవిగికింటుంది.

ప్రవాహాపరదనము : దరిప్రవాహాలలోనూ, ద్రెయినేజీ శయ్యలలోనూ, జలోడ మైదానస్థ నదులలోనూ జరిగే అపరదనప్రక్రియవల్ల “ఒడ్డుకోత” (bank cutting) జరుగుతుంది. వాని అధికంగాఉన్నప్పుడూ, జలాయతనం అధికంగా ఉన్నప్పుడూ అధోతలంకూడా కోసుకుపోతుంది. పంకగటింకరగా ప్రవహించే నదులలో ఒడ్డుకోత అధికంగా కనిపిస్తుంది

### అపరదనవేగము

ఒకప్రదేశంలో అపరదనంజరిగే రేటు లేదా వేగము ఆ ప్రాంతంలో జల వాయువుల అపరదనబలంమీదనూ, మట్టియొక్క ప్రతిరోధకశక్తిమీదనూ ఆధారపడిఉంటుంది. ఈ రెండుశక్తులూ సరిసమానమైనచోట “అక్షతమృత్తిక” (virgin soil) ఏర్పడుతుంది. ఏ కారణంచేతనైనా ప్రతిరోధకశక్తికనుక తగ్గి, అపరదనబలం ఎక్కువైతే, అపరదనం త్వరితమవుతుంది.

నేలయొక్క భౌతిక రాసాయనిక ధర్మాలమీద అసవాహోదక ఆయతనము, వేగము ఆధారపడిఉంటాయి. స్రవణక్షేత్రపుసరిమాణము, ఆకారము, శత్రుత్వం తంబో పడిన వర్షపాతములమీదనూ, నేలవాలుమీద, స్రవణక్షేత్రంలోని వనసంపదమీద, ఉష్ణోగ్రత, అర్ధ్రత మొదలైన వాతావరణపరిస్థితులమీదనూ అసవాహోదక ఆయతనము, రేటు ఆధారపడిఉంటాయి వీటిలో వర్షపాతము, నేలవాలులోనే మానవుడు ఎలాంటి మార్పు తేలేదు.

అసవాహోదక ఆయతనము, వేగము సహజంగా వర్షపాతపు ఉద్భవతంమీద, పరిమాణంమీద, దైర్ఘ్యంమీద ఆధారపడిఉంటాయి. స్వల్పకాలంపాటు పడిన ఆతివృష్టివల్ల ఎంతపిచ్చంసము జరుగుతుందో, ఏడాదిపొడుగునా పడే వర్షాలన్నిటి వల్ల అంత విధ్వంసమూ జరుగుతుంది. వర్షం నెమ్మదిగా కురిస్తే ఆ నీటిని నేల సులభంగా పీచుకుంటుంది. కనుక దీనివల్ల కుండపోతవానవల్ల జరిగేటంత నష్టం జరుగదు.

నేలవాలునుబట్టి అసవాహవేగం మారుతుంది. మిగిలినపరిస్థితులన్నీ సమంగానే ఉండి వాలు ఎక్కువైతే అసవాహవేగం ఎక్కువై నీటిని పీచుకోడానికి నేలకి వ్యవధి తక్కువ అవుతుంది. నీలగిరి కొండచరియలో బంగాళాదుంపలు పండిస్తారు కానీ, అపరదన ప్రతిరోధకచర్యలు తీసుకోరు. జూలై - అగష్టు నెలలలో పైరుకోసిన తర్వాత మట్టి పదులుగానూ, రక్షణారహితంగానూ ఉండి వర్షకాలంలో అపరదనం అమితంగా జరుగుతుంది.

చదునైన నేలమీద మంచి వ్యావసాయకక్షేత్రాలలో లోతైన వాగులు విపరీతంగా ఏర్పడుతూ ఉంటాయి. వర్షపాతంచేత అపరదనఖండితములైన శీర్షములు కలిగి ఉండడం గల్గిల లక్షణం.

నల్ల రేగడినేలలపంటి భరమృత్తికలలో బంకమట్టి, ఒండ్రు అధికంగా ఉండి ఉంటాయి. ఆ మృత్తికలు తేమను బయటికిపోనీకుండా నిలుపుకోగల సామర్థ్యం కలవే గాని, ఎర్రపునీటిని వేగంగా పీల్చుకోవు తడిసినప్పుడు బంకగానూ ఎండి నప్పుడు గట్టిగానూ ఉంటాయి. వర్షంపడినంతవేగంగా నీటిని పీల్చుకోలేకపోవడం చేత అపవాహోదకం అధికంగాఉండి, ఈనల్లరేగడినేలల వైభాగాలు అధికంగా అపరదితం అవుతాయి.

నీటిని, మట్టిని సంధారణ (పదిలపరచుట—conservation) చేయడంలో మొక్కలు అతిముఖ్యమైనపాత్ర వహిస్తాయి చెట్ల ఆకులు పడేసీచీబిందువులను మధ్యలోనే అటకాయించి, వెదజిమ్మి, ఆవిరి అయేలా చేస్తాయి దట్టంగామొలిచిన గడ్డి తీవ్రమైన వర్షపుతాకిడిని ఎదుర్కొని మట్టిని రక్షిస్తుంది. మొక్కలవేళ్ళ అల్లికలవల్ల మట్టికి బంధనశక్తి లభిస్తుంది.

నీలవాలుకి అద్దంగాకాకుండా, అనుకూలదిశలో నాగబీవాళ్లు ఉంటే అపరదనిం త్వరితమవుతుంది. రోడ్లనల్ల, రైలుకట్టలవల్ల సహజమైన డ్రెయినేజిశయ్యలు మారి, గల్లిలు ఏర్పడవచ్చు రోడ్లమరమ్మత్తులకోసం మట్టి తవ్వినచోట్ల వర్షపు నీరు రాడ్లపక్కగా ప్రవహించి, తరుచుగా అపరదనానికి దారితీస్తుంది.

### అపరదన నియంత్రణ ప్రక్రియలు

భూఅపరదనానికి కారణం భూమిని దురుపయోగపరచడమే. కనుక ఇది మానవకల్పితమైన సమస్య. భూసంధారణానికి తీసుకోవలసిన జాగ్రత్తలు భూమిని ఉపయోగించుకునే పద్ధతులమీద ఆధారపడిఉంటాయి. బహిరంగమైన వ్యావసాయక భూమిని అపరదననియంత్రణావకాశాలుకల వాలుప్రదేశాలకు పరిమితంచేయడం మొట్టమొదటి మెట్టు. అంటే కొన్నిరకాల పంటలకు కొన్ని ప్రత్యేకమైన వాలు భూములు, అంతకన్న వాలుగల ప్రదేశాలకు నిత్యమైన పచ్చికబీళ్లు, మరింత వాలు భూములు ఆరణ్యాలకూ తగినవి అని అర్థం. వీటిమధ్య అంతరం మరి సంకుచితమై సన్ననిగీతలూ ఉంటుందనుకోకూడదు విభజకక్షేత్రం తగినంత వెడల్పుగా ఉండి మారుతూ ఉంటుంది. వాలు పెరిగితే జారిపోయే నీటివేగం హెచ్చి అపర



దనం త్వరితమవుతుంది. ఈ ప్రమాదం ఉండడంచేత భూమియొక్క వాలు ఒక ప్రత్యేక క్రాంతిక (critical) పరిమితిని దాటిఉంటే అక్కడ వ్యవసాయం చేయ కూడదు స్థానికమైన ఘోషణాలనుబట్టి, వాతావరణస్థితినిబట్టి ఈ వాలు 4 లో 1 నుంచి 7 లో 1 వరకూ మారుతూఉంటుంది. వాలు అధికంగాఉంటే వేదికలను నిర్మించి, (ఖర్చు చాలా అవుతుంది) ఆ తర్వాతనే వ్యవసాయం చేయాలి వేదికలు లేకుండా వ్యవసాయంచేస్తే త్వరితంనే మట్టి కొట్టుకుపోతుంది

ఇండియాలో చాలా ప్రదేశాలలో రెండు ముఖ్యమైన కారణాలవల్ల భూమిమీది ప్రకృతినహజమైన అచ్చాదన తొలగి, భూతపరదానానికి దారితీసింది ఇవి పశువులను అతిగా మేపటమూ, అడవులు తొలగిపోవడమూనూ. చాలాభాగం కొండలమీద ముళ్ళపొదలు, ఒకపాటి దట్టమైన గడ్డి ఉండి, మట్టుపక్కల పల్లెటూళ్ళకు సమగ్రానంగా పనికివస్తోంది వేసవిలో ఈ గడ్డి యెండిపోయినప్పుడు వర్షాలు తురికొర దట్టంగా పచ్చగడ్డి మొలుచుకువస్తుందనే తప్పుభావంతో పల్లెప్రజలు దానికి విప్పుపెడతారు. ఈమంటలు అతివేగంగా అల్లుకుపోయి కొండలమీద అన్నిటినీ నాశనంచేసేస్తాయి. చెట్లు మాడిపోతాయి భూతచ్చాదన ధ్వంసం అవుతుంది. బహిర్గతమైన నేలమీద వర్షంపడినప్పుడు ఫలకాపరదనం విపరీతంగా జరుగుతుంది. పశువులు విపరీతంగామేసిన కొండదిగువభాగాలలోకూడా అపరదనం బాగా జరుగుతుంది. ఈ విధంగా అడవులు, అక్కడి పచ్చికభూ క్రమంగా హరించిపోతాయి. కనుక పశువులను అతిగామేపడం, అడవులను తగు బెట్టడం వల్ల జరిగే నష్టాన్ని పల్లెప్రజలకు విశదీకరించే ప్రయత్నాలు చేయాలి.

అపరదన నియంత్రణానికి తీసుకునే జాగ్రత్తలు ముఖ్యంగా మూడు విషయాల మీద ఆధారపడిఉంటాయి (1) అవశోషణాన్ని (absorption) అధికంచేయడం. (2) అపవాహపుణాతాన్ని తగ్గించడం. (3) అపవాహ అవశోషణవలన సంభవించ గల ప్రమాదంనుంచి రక్షణలు కల్పించడము. మట్టిలోకి నీరు ఇంతకే వేగిన్ని పెంచితే అవశోషణం పెరుగుతుంది నీరుపడేచోట దానిని అవరుద్దం (unrounding) చేయడంవల్ల నీరు భూమికి తగిలిఉండే కాలవ్యవధి పెరిగి, అవశోషణావ కాళం అధికమవుతుంది. వాలుకడ్డంగా సమమట్టపు గట్టువేయు (కొంటూరు బంధనము-contour bunding), సమమట్టపు కందకములు (కొంటూరుగోతులు)

తవ్వకము (contour trenching), వేదికానిర్మాణము, నియమితఆరణ్యసంవర్ధనము, నియమితంగా వళువులను మేపడము, జనరొత్పాదనము (revegetation), వరదాత్మకం కలుపుతీయకము (selective weeding), అద్భుతవృక్ష మొక్కలను పెంచడము, మిశ్రమ వ్యవసాయము (mixed farming), సస్యవిరేచనము అవలంబించుట, చాకిరిగా పైరులను పెంచుట (strip cropping) మొదలైనవి భూబలపరిచడాన్ని ఆదేశిస్తే, వంటను పెంచడానికి ఓనుకురావలసిన జాగ్రత్తలతో కొన్ని.

శలకాపరదనవల్ల పైచెట్టి తొలగిపోయి గల్లీలు ఏర్పడుతాయి. గల్లీలు ఏర్పడడం మొదలుపెట్టేక వాటిని అవసరిక ప్రయత్నించడంకొచ్చి, సామ్యమైతే, ముందుగానే గల్లీలు ఏర్పడకుండానే జాగ్రత్తపడడం చాచిరి భూమి శేరువుల అపరిచనదశలలో తగిన ఉంటే ఉన్నతలో ముచిభూమిని లంకా పాడై జోకంబ కాపాడడం తర్కబద్ధమైనది, కానీ, అవసరసాధ్యందృష్టా అంతే మరీ పెద్దవి అయిపోకుండాఉంటే గల్లీలతో మొదలుపెట్టడం బావించి

వేదికలు కట్టించి వ్యవసాయంపయోగవల్ల నీరు మల్లించి పరిగర్గల్లీలను నిర్మూలించవచ్చు. గల్లీలు పెద్దపెళయితే ఏరుసగా అడ్డుకోడలసిన అనివార్యత కట్టి, ఏకసమానమైన నిట్రపువాలును మెట్లుమెట్లుగా విడదీసి, అవసరమేగాన్ని తగ్గించవచ్చు. ఇవి తాత్కాలికమైన జాగ్రత్తలుమాత్రమే. ఈలాగా మొక్కలు పెంపి శాశ్వతమైన నియంత్రణం చేయవచ్చు. అవసరమైనన్ని అడ్డగట్టుకట్టి గల్లీలను పూర్తిగా మూసివేయవచ్చు. వేదికలవల్ల నీటిపారుదలను మళ్ళించి, అవసరం తిరిగి జరుగకుండా చూడాలి.

గల్లీల పైకొనదగ్గర - సాధారణంగా నిట్టనిలువుగా ఒడ్డుఉండేచోట - ప్రత్యేక శ్రద్ధ వహించాలి. ఈ ఒడ్డునుంచి నీరు లిందికి ఉరికినప్పుడు కింద అన్నివైపులకీ కోపివేస్తుంది. ఓనివల్ల ఆ ఒడ్డుకిందిభాగం కోసుకుపోవడం మొదలుపెట్టి గట్టు విరిగిపడిపోతుంది. చుట్టూ ఈ ప్రక్రియ పునఃప్రారంభమవుతుంది. ఈ పద్ధతివల్ల గల్లీలు చదునుగాఉండి స్థిరంగాఉంటుందనుకున్న మంచినేలలోకి ఏడాదికి 20 మీ. దాకా చొచ్చుకుపోయిన సందర్భాలున్నాయి. ఈ నిట్రపుఒడ్డును వెనుకకు

కోసి సుమారు 30° వాలు ఉండేలా చేసి, బల్లచెక్కలు లేదా గాల్వనైజుచేసిన ఇనుపరేకులు విగించిగాని, లేక కాలువస్రక్కలను పిమ్మెంటు కంకరలతోగాని కాంక్రీటు నిర్మించిగాని ఈ రకమైన జలపాతాపరదనాన్ని అరికట్టవచ్చు. ఆ జల ప్రవాహాన్ని శాశ్వతంగా పక్కకు మళ్ళించి వేదికలు నిర్మించిన గల్లీల శిరోతటములు అపరదనశక్తి కోల్పోయేలా చేయడం ఇంకా మంచిపని.

ఇరువదిమూడవ ప్రకరణము

## భారతదేశపు స్థలాకృతి - సంరచనము

భూపృష్ఠంలోని ద్రవ్యములు ప్రృథికత్తులచేత మలచబడి, దేశపు స్థలాకృతి ఏర్పడుచుంది సామాన్యంగా ప్రకృతిదృశ్యాలనుచూచి అందరు అనందించగలరు. కానీ, ఆ స్థలాకృతీదృశ్యములు ఆవిధంగా ఉండడానికి హేతువు ఏమిటో తెలుసుకోగలిగితే ఆ ఆనందం ద్విగుణీకృతమవుతుంది. ఈనాడు భూమిమీద కనబడే ప్రతి ఆకృతీ సుదీర్ఘమైన భూవైజ్ఞానికప్రక్రియాఫలితమే. భూవైజ్ఞానిక కాలగమనంలో అనంతమైన భూకాలానికి, అవ్యక్తమైన భవిష్యత్కాలానికి మధ్య ఏర్పడే కాలం అనేది లంకెగా వుంది.

## భారతదేశ ఆవిర్భావము

పలాజీవకయుగంలో గొండ్వానాలాండు అనబడే దక్షిణమహాభూఖండం విరిగి, పెద్ద పెద్ద ఖండములుగా విడిపడ్డాయి. దీనిలో ఇండియా ఒకభాగం. ఈ భూపృష్ఠ పరికములు క్రిమంగా చూరంగా జరిగి, ప్రస్తుతపు ఆఫ్రికా, ఆస్ట్రేలియా, అంటార్క్టికా, దక్షిణఅమెరికాఖండములు ఏర్పడ్డాయి.

హిమనదీసంబంధమైన తర్ఫీర్ బృహచ్చిలాస్తరమునుబట్టి హిస్తే పెర్మో-కార్బానికపెరస్యుగంలో ఇండియా భూమధ్యరేఖకు చాలాదూరంలో ఉండేదనీ తెలుస్తోంది. గొండ్వానాలాండు చిన్నాభిన్నమైనప్పుడు భారత భూఖండము ఉత్తరాభిముఖంగా జరిగింది. ఈ కదలికవల్ల భారతఖండం తేథిస్ మధ్యధరా సముద్రంలోకి చొచ్చుకుని భూఅభిసతీఅవసాదముల దొంతరను పైకితొసింది. భారతీయద్వీపఖండపు ఉత్తరపునరిహద్దులలో శైశవంలోఉన్న హిమాలయపర్వత శ్రేణులు పైకి లేచాయనడానికి నిదర్శనాలున్నాయి. “ప్రపంచానికి నడికొప్పు” అని పేరుతెచ్చుకున్న టిబెట్టులోని ఉన్నతపీఠభూమి ఏర్పడడానికి సియాలిక భూపృష్ఠం రెండు దొంతరలుగా ఏర్పడడమే. హిమాలయపర్వతశ్రేణులు ఇంకా ఆపార సంక్షోభములకు లోనై పైకి లేవనెత్తబడుతూనే ఉన్నాయి.

ఈ విధమైన భూపృష్ఠస్థలసములవల్లనే ఇండియా భూఅకృతీవైజ్ఞానికంగా మూడు నిర్దిష్టమైన సంరచనలను కలిగిఉంది. ఈ మూడువిభాగాలలోనూ వాటివాటి లక్షణాలు స్పష్టంగా కనిపిస్తున్నాయి. ద్వీపకల్పభాగంలో ముఖ్యంగా ప్రికాంబ్రియన్ శిలలు సుస్థిరంగా ఉన్నాయి. మధ్యభాగానముద్రులలో అవక్షేపములైన అవసాదీయ స్తరముల ప్రతిబింబముల వ్యవస్థ చేర ద్వీపకల్ప బహిఃప్రదేశం ఏర్పడింది. పశ్చిమతీర ప్రాంతములలో టోయ గంగాసింధుద్రోణి లోని పిలుగుబడిది. ఇలాంటి అవసాదగుంధికలపై ఉంది. 18 వ శతాబ్దములో ఇండియా యొక్క ముఖ్యమైన భూఅకృతీ ఉపవిభాగములు చూపబడ్డాయి.

### ద్వీపకల్ప బహిఃప్రదేశము

హిమాలయము ప్రపంచములోకెల్ల అత్యున్నతమైన పర్వతవ్యవస్థ. ప్రపంచంలో కెల్ల వయస్సులో చిన్నదీ. ప్రాకృతీమహాపర్వతవ్యవస్థలలో పెద్దదీకూడా ఇదే. సంరచనసృష్ట్యా హిమాలయము ఇండియా ముందరిభాగంతో సంబంధం కలిగి ఉంటుంది. సుమారు అయిదు లేక ఆరుకోట్ల సంవత్సరాలకుపూర్వం తేదిస్ సముద్రపుశీలమునుంచి పైకిలేచిన వివర్తనీకపర్వతశ్రేణి ఇది ఉత్థాపనం క్రమ క్రమంగా అనేకకోట్ల సంవత్సరాలకాలంలో జరిగింది అనేక హిమాలయనదుల పూర్వనర్తకయ్యలకు ఇది కారణం. ఈ నదులకు మాతృస్థానం హిమాలయశ్రేణికి ఉత్తరభాగంలోనే అయినా నిట్రపుగోడలుగల లోతైన గోర్ఖిలను ప్రాకృతీమహా విస్తృతపర్వతశ్రేణులలో కోసి ఈ నదులు దక్షిణంగా ఇండియాలోకి ప్రవహిస్తున్నాయి. హిమాలయముల ఉత్థాపనవేగమూ, నదీశయ్యల అవరదనవేగమూ సమానంగా ఉన్నాయి.

హిమాలయశ్రేణిలో రెండువంపులు ఉన్నాయి; ఒకటి పడమటను నంగపర్వతం దగ్గర సింధునది వంపుతిరిగినచోటనూ, రెండవది తూర్పున అస్సాములోని మిషీ కొండలదగ్గర బ్రహ్మపుత్ర వంపుతిరిగినచోటనూ హిమాలయాల అవసాదీయశిలల లోనికి ద్వీపకల్పీయఖండం అడుగునుంచి చొచ్చుకురావడంచేత ఈ వంపులు ఏర్పడ్డాయి. హిమాలయముల ఉత్తలము ద్వీపకల్పంవైపు అవతలము టిబెట్టువైపు





తిరిగి ఉన్నాయి కాశ్మీరునుంచి అస్సామవరకూ 2400 కి మీ పొడవునా హిమాలయశ్రేణివలపు గొండ్వానాలాండుయొక్క అశృణితవల్ల నిర్మితమైంది.

సివాలిక్ కొండలలోనూ, చిన్నహిమాలయములలోనూ పెరిమం మూడుచోట్ల అయినా ఒక్కో ప్రాంతములూ ఉన్నాయి వివిధ దాగా దక్షిణ ఉన్నవి ముఖ్య సరిహద్దు ప్రాంతములలోనూ ఉన్నాయి. సివాలిక్ పర్వతాలను తృతీయ యుగంలోనుంచి తక్షణార్థములనుంచి వివిధ ప్రాంతాలలో కాస్తరించో తృతీయ యుగ ప్రాంత ఉత్తరాన కార్వానెపెస్ నుంచి ఇండోనెపెస్ గంపరకూగల అనిసాదములు ఎక్కడంటే హరిద్వారమునుండి చొప్పించుకొన్నా దీనికి ఒకటి నేవ్ (Nepal) డివిజన్ ఉంది ఇందు రెండుకొన, అంతకు ఎక్కువగాని ముఖ్యప్రమాదాల ఉన్నాయి. ఇంకా ఉత్తరాన మధ్యహిమాలయశ్రేణి ఉంది ఇందులోని ఉపసారములలోనికి బ్రహ్మద్రమైన గ్రెనైట్ శిలాభండములు చొచ్చుచు ఉన్నాయి. హిమాచ్ఛాద్రితమైన ఎవరెస్టుశిఖరందగ్గరనుంచి సింధులోని నంగపర్వతంవరకూ అనేక ఉన్నతప్రదేశాలు గ్రెనైట్ శిలానిర్మితమై ఉన్నాయి. గ్రెనైటులు ఎప్పటికంటే చెందినవి అయితే కావచ్చు గానీ, వాటిలో చాలాభాగం నవజీవకల్పమునకు చెందినవి అని భావింపబడుతున్నాయి. మధ్యహిమాలయముల న్నటికీకృతక్రోడము (crystalline core) గొండ్వానాలాండుయొక్క పురో భాగమే (భారతీయ ద్వీపకల్పము). ఈ భాగం హిమాలయపార్వతీకరణంలో నేవ్ మండలంలో చిక్కుకుని వశితములైంది.

సివాలిక్ పర్వతములపక్కగా ఒరిగిఉన్న నవజీవకల్పీయ హిమాలయములు 'స్లియో-స్లిస్టోసీన్' యుగములో మళ్ళీ సంశ్లేషితములయ్యాయి. తత్సంబంధమైన కదిలికలు ఈనాటికీ ఈ ప్రాంతంలో భూకంపములరూపంలో కానవస్తూనే ఉన్నాయి. ముఖ్యసరిహద్దుభ్రంశానికి ఉత్తరాన జరిగిన పార్వతీకరణతీవ్రతను మించిపోయింది. పాత నేవ్ సంరచనలు పునర్నవీకృతములయ్యాయి, కొత్తవి పుట్టి పురోభూమిని అందుకున్నాయి.

ఇటీవల ఊర్ధ్వరచనములు జరిగేయనడానికి దాఖలాఉంది. కాశ్మీరులోయలోని స్లిస్టోసీన్ సరోవరదీవిక్షేపముల కరేవాశ్రేణులు వంగి, 1500 మీ. నుంచి 1800 మీ. వరకూ పైకి లేవనెత్తబడ్డాయి.



## గంగా సింధు పురోభూమి

హిమాలయప్రాంతానికి, ద్వీపకల్పానికి మధ్య గంగా సింధు మైదానం ఉంది. ఇది విశాలమైన, సమశీతలమహామైదానం. సముద్రాభిముఖమైన నెమ్మదిగా ప్రవహించే నదుల జల్లోధముచేచి ఇది ఇటీవల నిర్మింపబడింది. కనుక, బంకమట్టి, అక్కడక్కడ జీవలవణేపములుగల భూవైజ్ఞానికంగా అధునికమైన (ప్లిస్టోసీన్ అధునిక యుగముల) పీఠ స్తరములతో కొత్తైన నిమ్నతలం నింగి ఈ మైదానం ఏర్పడింది. ఈ నిమ్నభూమిని “పురోనిమ్నభూమి” అనివచ్చును. హిమాలయోత్థాపనం జరిగినప్పుడు ద్వీపకల్పపు ఉత్తరభాగం దిగబడడంవల్ల ఈ నిమ్నభూమి ఏర్పడింది.

ఆగ్నేయదిశగా ప్రవహించే గంగ, దాని ఉపనదులు ఈ మైదానపు మధ్యభాగాన్ని ఉత్తరభాగాన్ని నిర్మించాయి. నైఋతిగా ప్రవహించే సింధునది, దాని ఉపనదులు పంజాబులోని సిర్సామరాజస్థాన్ గంగాసింధుమైదానంలో బాగాలే అయినా అవి అల్పజలకపరిస్థితులకు లోనుకావడంచేత అక్కడి ప్రకృతిదృశ్యచక్రం వేరు విధంగా ఉంటుంది.

## ధారతీయ ద్వీపకల్పము

రక్షక ప్రాంతము : పైన చెప్పిన భారతదేశపు రెండువిభాగములకన్న ద్వీపకల్ప భాగం సంరచనాత్మకంగానూ, స్తరవైజ్ఞానికంగానూ, భూఅవృత్తివైజ్ఞానికంగానూ మిక్కిలి విభిన్నమైనది. ప్రికాంబ్రియన్ యుగాంతమునుండి ఈ ప్రాంతపు భూపృష్ఠభండం సుస్థిరమై, పార్వతీకరణచలనములవల్ల అప్రభావితమై ఉంది. తరువాత జరిగిన మార్పులు కేవలము పీఠభూమిని కొంతవరకు మృదువుచేయుచున్నవని చలనములు చూత్రవే. వీనివల్ల కొన్నిప్రదేశాలు సాపేక్షంగా పైకిలేవడంగానీ, దిగబడడంగానీ జరుగుతుంటే ఈ ద్వీపకల్పం భూపృష్ఠపు బహుపురాతనశిలానిర్మితమైన పరిరక్షకప్రాంతం. ఈ శిలలు నలుగుడికీ, రూపాంతరజానికి లోనుఅయ్యాయి. ఈ స్ఫటికశిలా ఆధారతలంమీద తదుపరి అవసాదములు, బహుళమైన లావాస్తరములు (దక్కన్ ట్రాపులు) ఉన్నాయి.

బహుపురాతనకాలంనుంచీ దక్కను పీఠభూమి అపరదనశక్తులకు లోనై ప్రస్తుతం ప్రాయమైదానంగా మారబోతోంది. పాత పర్వతాల వేళ్లు గుర్తులు

తెలుస్తున్నాయి కాని, ప్రస్తుతం మిగిలిఉన్న విత్తులు వేరు వేరు దశలలో మిగిలి పోయిన అసరిదనావశేషాలు

ఈపత్తిలోయనుండు కన్యాకుమారివరకూ పశ్చిమతీరానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా విస్తరించిన పడమటికనుమలు ద్వీపకల్పంలో అతిముఖ్యమైన పర్వత శ్రేణులు ఉత్తరాన దక్కనుట్రాపులచేతనూ, దక్షిణాన ప్రికాంబ్రియసు గ్నీసుల చేతనూ, పిస్తులచేతనూ నిర్మితమై ఉన్నాయి ట్రాప్ ప్రాంతపు స్థలాకృతి విశిష్టమైనది. కొండలు చదునైన శిఖరములుకలిగి, చరియలు మెట్లవంటి వేదికలు కలిగిఉంటాయి. అరేబియాసముద్రానికి దగ్గరలో ఉన్నప్పటికీ పడమటికనుమలు ద్వీపకల్పంలోని జలవిభజకములై ఉన్నాయి. నదులలో చాలాభాగం తూర్పుగా ప్రవహించి బంగాళాఖాతంలో పడుతున్నాయి.

తూర్పుకనుమలు రూపాంతరితశిలానిర్మితములైన వేరువేరు పర్వతశ్రేణులు. ఉత్తావనకు దాఖలాలు కృష్ణానదికి ఉత్తరానగల కొండలలో కనిపిస్తాయి తూర్పు కనుమలూ, పడమటికనుమలూ కలుసుకునేచోట నీలగిరి కొండలు ఉన్నాయి.

వింధ్యపర్వతాలు స్తరితములైన క్వార్ట్జైటులచే నిర్మితములైన పీఠభూమి శ్రేణులు, సాత్పురాతోకలిసి ఇవి మధ్యఇండియాయొక్క జలవిభాజకముగా పనిచేస్తున్నాయి

ఆరావళీపర్వతాలు వివర్తనిక పురాతన పర్వతశ్రేణుల అవశేషాలు. ఇవి ఉత్తరహిందూదేశంలోని జలవిభాజకములు. బంగాళాఖాతంలోకి ప్రవహించే గంగానదీవ్యవస్థనీ, అరేబియాసముద్రంలోకి ప్రవహించే సింధునదీవ్యవస్థనీ విడదీసే జలవిభాజకాలు ఈ పర్వతాలు.

భూవైజ్ఞానికసంరచన. రేడియో ధార్మికతా ఆవిష్కరణము కొన్నిరకముల భూవైజ్ఞానికపరిశోధనలమీద అద్భుతమైన ప్రభావాన్ని కలిగిఉంది. మామూలు భూవైజ్ఞానికపద్ధతులవల్ల తెలుసుకోడానికి వీలులేని విషయాలలో అఫాసిల్ ఫెరస్ శిలల ఖచ్చితమైన వయస్సును నిర్ణయించగలగడం ఒకటి. రేడియో ధార్మికత అంటే కొన్ని మూలపదార్థాల పరమాణుగర్భాలు హఠాత్తుగా అణుశకలాలను

విడిచిపెట్టివేయడం అన్ననూట. సుగ్రాహ కొత్త మూలపదార్థాలు ఏర్పడుతాయి. రేడియోధార్మికమూలపదార్థం క్రియ (decay) అయే రేడు (కొత్త మూలపదార్థాలు ఏర్పడే రేడు) మునుపటివికంటే రసాయన భౌతికవిషయములమీద కూడా ఆధారపడ లేకుండా స్థిరంగా ఉంది. రేడియోధార్మికత ఈ రకమైన రేడియోధార్మిక మూలపదార్థాలు అధ్యయనం గా ఉపయోగపడతాయి. (radioactive elements) తయారుచేసి నిలుపుకుంటున్నప్పుడు, అవి కాలక్రమేణా ప్రవహించి ఏ సమయంలోనైనా అనడు మూలపదార్థానికి అందించు చాలా పెరిగి ఉంటుంది. నిర్దిష్టమైన కాలములోని ఎంత కాలంగా రేడియోధార్మికత ఉంటుంది అని కొలుగుతూ ఉండే రేడియోధార్మికత ఈ రేడియోధార్మికత అనేది. తమకు ఈ రేడియోధార్మికత అనిజిల్లు చూపుతున్న రేడియోధార్మికతను నిర్ణయించుకుంటూ, గా పరిశీలించి, దేనివల్లయ్యాడో ఏ కారణమే అనిజిల్లు చాలాభాగం పెక్కుపైటులలో కనిపిస్తాయి. ఎక్కువగా పొంగిపోతున్నట్లుంటుంది తద్వారా వాక్యతీకరణక్షేత్రాలలో అధ్యయనం గ్రెనైటులలో ఈ పెక్కుపైటులు తరుచు కనిపించుచున్నాయి. గ్రెనైటులలోనూ పెక్కుపైటులలోనూ ఉండే ప్రధానములు, పొటాష్ ఫిల్డెస్కోరేటులలో, పొస్సో అనిజిల్లుల పదార్థాలు నిర్ణయించడం ద్వారా అవి అంత వయస్సులను తెలుసుకోవచ్చును. గ్రెనైటులనున్న పార్వతీ కరణపు పీఠానికి అంత వయస్సుకి అమానం అవుతుంది. ప్రాచీన ఆంధ్రప్రదేశ్ శిలాద్రవ్యములకు పార్వతీ కరణక్షేత్రంతో సంబంధం కలుగజేస్తుంది. ఈ విధంగా సహసంబంధములు (correlation) నిర్ణయించి, ఏ క్రమంలో శిలాద్రవ్యనిర్మాణం జరిగిందో నిర్ణయించవచ్చును.

భారతీయ ద్వీపకల్పపరిమాణాన్నీ, అందులోని వివిధ ప్రకాంబ్రియన్ శిలా సంయోగసంరచనల క్లిష్టతను పూర్వే ఇప్పటివరకూ చేసిన వయోనిర్ణయాలు ఎన్నో తేవు; అయినా ఆ నిర్ణయించిన కొద్దిపాటి వయస్సులూ బహువిధాలమైన భూవైజ్ఞానిక కాలవ్యవధిలోని వివిధ ఘట్టముల సాపేక్షవయస్సులకు సంబంధించిన మనవిజ్ఞానాన్ని పెంపొందించాయి. 1911 వ బొమ్బైలో భారతీయ ద్వీపకల్పపు సూక్ష్మీకృతసంరచనాపటం చూపబడింది. ఇందులో ముఖ్యమైన పార్వతీకరణ క్షేత్రాలూ, వాటివయస్సులూ స్థూలంగా చూపబడ్డాయి.





భార్వార్ పిస్ట్ క్షేత్రములు	(N. N. W. — S. S. E.)
తూర్పుకనుమల క్షేత్రము	(N. E. — S. W.)
సాత్పురాక్షేత్రము	(W. S. W. — E. N. E.)
ఆరావళి ఢిల్లీ క్షేత్రములు	(N. E. — S. W.)

ముఖ్యమైన అనుదైర్ఘ్యదిశలుగా గుర్తించవచ్చు

సంగ్రహనాత్మక దిశాసూచకములైన రేడియోమీట్రీక్ (radiometric) వయస్సులనుబట్టి ప్రపంచంలోని తక్కిన దక్షిణప్రదేశాలలాగే భారతీయదీప్త కల్పము క్రమాంతర సార్వత్రికరణక్షేత్రము, స్థిరఅక్షుటలను ప్రదర్శిస్తుంది అని తెలుస్తోంది. ఈ క్రొద్ద సార్వత్రికరణక్షేత్రములను గుర్తించవచ్చు

భార్వార్ క్షేత్రము	—	26000	లక్షల సంవత్సరాలు
లోహాబనిజనక్షేత్రము	—	20000	..
తూర్పుకనుమలక్షేత్రము	—	16000	..
సాత్పురాక్షేత్రము	—	10000	..
ఢిల్లీ క్షేత్రము	—	7000	..

అపరచిత ఉపరితలముల గొండ్వానాలాండు (ఇంగ్లీష్ ఇండియా ఒక భాగం) ఖావైజ్జానిక సుదీర్ఘకాలంలో అపరచితానికి గురిఅయి, ఉపరితలం ప్రాయమైదానంగా మారింది సుమారు 1700 లక్షల సంవత్సరాల పూర్వం ఈ దక్షిణమహాభూభండం ఏగిలి, పెద్దపెద్ద భూపృష్ఠభంజములు క్రమంగా దూర దూరంగా ఒరిగి పోయి ఖిచాయి. దూరదూరంగా ఉంటున్నప్పటికీ అప్రికా తోనూ, ఇండియా తోనూ గొండ్వానా అపరచిత ఉపరితలాన్ని గుర్తించవచ్చును. దక్షిణభారతంలోని సింగిరి, కార్జుమమ్, కొడైకెనార్ కొండలమీది ఉన్నత పీఠభూములలో సుమారు 2600 మీ ఎత్తున ఈ ఉపరితలావశేషాలు పరిరక్షితములై ఉన్నాయి

అపరచితం అనెది ఒక నిరంతరప్రక్రియ అనేక అడుగుల ఉగ్రతలను గుర్తించవచ్చు నీలగిరికొండలలోని ఉదకమండలందగ్గర సుమారు 2000 మీ. ఎత్తునగల అపరిపక్వమైన వాలు (imperfect leveling) ను బట్టి తదుపరి -

గొండ్వానా అపరదిగ ఉపరితలమును ఊహించవచ్చును. ఈ వాలు తూర్పు కనుసులలోని అవశేషపర్వతాల ఉన్నతతలములకు సంబంధించినది.

ద్వీపకల్పస్థ పడమటిరము ఆఫ్రికానుంచి ఇండియా విడిపోయిన పగులును సూచిస్తుంది. ఒకప్పుడు సముద్రంలో మునిగిఉన్న ఈ పరిఖాలంబము అపరదన కారకముల ప్రభావముచే భూభాగంపైపు జరుగసాగింది. పడమటికనుమల పరిఖాలంబము ఒకస్పటి ప్రంశపరిఖాలంబముగా భావింపబడేది కాని, ప్రస్తుతం అది ప్రాయమైదానానిక సంబంధించిన సామాన్యమైన అపరదన ఆకృతిగా భావింపబడుతోంది.

మధ్యనవజీవకల్పయుగంలో హిమాలయోర్ధాసం జరిగిన కాలంలో ద్వీప కల్పంలో ప్రాంతీయమైన పెద్ద ఊర్ధ్వసమావలనము జరిగింది తత్కారణంగా ప్రాయమైదానోపరితలం సుమారు 900 మీ. ఎత్తుకి చేవనెత్తబడింది. ఈ ఉపరితలం రెండుదిశలలో క్రిందికి దిగబడింది. దీనికి బిహ్నంగా ఉత్తర మైసూరు రాష్ట్రంలో సుమారు 600 మీ. ఎత్తున ఒక అపరదనతలము, ఇంకా క్రింద సుమారు 400 మీ. ఎత్తున మరొక ఉపరితలము లృప్తినదీ దానిశాఖల విశాల జలోదపు లోయలమధ్య కనిపిస్తుంది.

తరువాత నవజీవకల్పంలో ఖండితమైన పీఠభూమితలములు కొన్నిప్రాంతీయ ఊర్ధ్వసమావలనములచేత ప్రభావితమయ్యాయి. పునర్నవీకరణము, త్వరితదరీ అపరదనము, తత్సంబంధమైన నదీఅపహరణమువంటి విషయాలలో వీటిప్రభావం కనిపిస్తుంది.

## నేషనల్ బుక్ ట్రస్ట్ - ఇండియా

నేషనల్ బుక్ ట్రస్ట్ యిప్పటికి నాలుగువందలకంటే ఎక్కువ పుస్తకాలు విభిన్న భారతీయభాషలలో ప్రచురించింది ట్రస్ట్ ప్రస్తుత ముద్రణకార్యక్రమంలో ఈ దిగువ పుదహరించబడిన పుస్తకమాలలు చేరినవి.

### 1. భారతదేశమూ-ప్రజలూ

మామూలుగా చదువుకున్నవ్యక్తికి దేశపు భిన్నభిన్న సమస్యలను, భూగోళమును, వ్యవసాయమును, మానవశాస్త్రమును, భాష, సాహిత్యం, సంస్కృతి మొదలగువాటిని తెలియపర్చటమే ఈ మాల ఉద్దేశ్యం. క్లుప్తంగా దీని ఉద్దేశ్యం సులభశైలిలో ఒక రకమైన విశ్వకోష్ఠగా ఈ మాల కావడమే.

### 2. రాష్ట్రీయ జీవన చరిత్రమాల

ఈ మాలలోని చాలాపు నూరు పుస్తకములలో మతం, వేదాంతం, చరిత్ర, సమాజసేవ, సాహిత్యం, సంగీతం, కళావిజ్ఞానములు మొదలయిన వేర్వేరు రంగాలలో, ఆయా కాలములలో వుదయించిన భారతదేశపు గొప్పవారయిన స్త్రీ పురుషుల సంక్షిప్త జీవిత కథలు చేర్చాలనే ప్రణాళిక వుంది.

### 3. లోకోపయోగమైన విజ్ఞానమాల

ఈ యుగంలో విజ్ఞానం సాధించిన అసాధారణ వికాసమును, పున్నతిని, మామూలు ప్రజలకు తెలియపర్చడం నేటియుగంలో విజ్ఞాన సహకారం, మహత్యం ప్రజలకు చూపించడమే ఈ మాలయొక్క ముఖ్యోద్దేశం.

### 4. విశ్వంలోని మహత్య పూర్ణగ్రంథములు

ఈ మాలలో సాధారణ ప్రజాసీకానికి ప్రపంచచింతనలో గొప్పగా సహకరించిన ప్రపంచ ప్రసిద్ధిచెందిన గ్రంథాలను భారతదేశపు అన్నిభాషలలో సులభ శైలిలో అనువదించి అందించబడతాయి.

### 5. నేటి ప్రపంచం

ఈ పుస్తకమాలలో సామాన్యులకు తెలిసే సులభశైలిలో ప్రపంచంలోని విభిన్నదేశాల చరిత్రలు సమర్పించబడతాయి.



## 6. భారతీయ లోకసంస్కృతి

ఈ పుస్తకమాలలో కొన్ని ముఖ్యప్రదేశాల లోకసంస్కృతిమీద పుస్తకములు ప్రచురించబడతాయి. అవి వాటిలో అంతర్నిహితమైన జాతి ఐకమత్యాన్ని చూపిస్తాయి.

## 7. తరుణభారతీ

భారతదేశపు యువతరంవారి అవసరాన్ని దృష్టిలో వుంచుకుంటూ ఈ మాలను స్థాపించారు. దీనిలో పీఠాన్ని కలిగించే ప్రపంచములు, దేశంలోని చరిత్రపు గర్వపడగల పుటలు సమర్పించబడతాయి. నేటి ప్రపంచంలో లభించిన విజ్ఞానమును, సాంకేతికజ్ఞానమునూ, సులభమైనపద్ధతిలో చున్న నాప్లొదపరచునట్లుగా చూపించబడతాయి.

## 8. జాతీయ ఐకమత్యతరో సహకారం

నెహ్రూ బాలల పుస్తకాలయం

ఈ పుస్తకమాలలో బాలబాలికల కువయోగపడే పాఠ్యసామగ్రి సమర్పించబడుతుంది. దీని ముఖ్యద్దేశ్యం జాతి ఐకమత్యభావానికి అంకురార్పణ. ఈ పుస్తకమాలలో అన్ని భారతీయభాషలలో వందపుస్తకములు అచ్చువేయబడతాయి. అన్నిటి ఆకృతి, వెంజీ ఒకటిగానే వుంటుంది.

## 9. ఆదాన్ ప్రదానాలు

ఈ ప్రణాళికలో ప్రతి ఒక భారతీయభాషలో పది సర్వోత్కృష్టమైన పుస్తకములు మిగతా అన్ని భారతీయభాషలలోకి అనువదించబడతాయి.

పూర్వం గణనీయంగా కష్టమంది ప్రచురించబడే ఇప్పుడు దొరికే పుస్తకాలూ మరియు విశేషమహత్వంగల కొత్త పుస్తకాల ముద్రణకూడా ఈ ప్రస్థానానికి చేయబడతాయి.

ఈ అన్నిమాలల పుస్తకములు తమతమ రంగాలలో అధికారులైన విద్యాంసులద్వారా వ్రాయబడతాయి. ముద్రణపుస్తకములు హించివిగా పుస్తకములు వాటి వెలులకూడా తక్కువగా వుండేట్లుగానే చూస్తారు.

## భారతదేశమూ : ప్రజలూ - గ్రంథమాల

తయారగుచున్న గ్రంథములు

వ్యవసాయము

1 ఆహారధాన్యములు

డాక్టర్ ఎం. ఎస్. స్వామినాథన్,

డైరెక్టరు, భారతీయ వ్యవసాయ పరిశోధన సంస్థ, న్యూఢిల్లీ.

2. నీటిపాటుదల

శ్రీ బలేశ్వర్ నాథ్

పురావస్తు తత్వశాస్త్రము

3. భారతదేశ పురావస్తుశాస్త్ర చరిత్రము శ్రీ ఓ. పి. టాండన్

సస్యశాస్త్రము

4. సాధారణ భారతీయ ఫెర్స్లు

డాక్టర్ ఎస్. సి. వర్మ,

సస్యశాస్త్రశాఖ, పంజాబ్ విశ్వవిద్యాలయము

5 భారతదేశపు పొదలు, తీగలు

అచార్య ఎమ్. పి. రెయ్ బాడ,

అధ్యక్షులు, డి. ఏ. వి. కళాశాల, డెహ్రాడూన్.

పంపకప్రతి

6. దక్షిణ భారతదేశ దేవాలయాలు

శ్రీ కే. ఆర్. శ్రీనివాసన్,

పై విచారణాధికారి, భారతీయ పురావస్తు తత్వపరిశీలన సంస్థ, దక్షిణకేంద్రము, మద్రాసు

7. సంగీతము

శ్రీ రాకూర్ జయదేవ్ సింగ్,

మాజీ ప్రధాన ప్రసారకులు, ఆలిండియా రేడియో, న్యూఢిల్లీ.

8. పంజాబు

సర్దార్ కుష్వంత్ సింగ్, ఢిల్లీ.

9. ఆంధ్రప్రదేశ్ము

శ్రీ నాల్గ వెంకటేశ్వరరావు, ఎం ఏ

10. భారతీయ భాషా వివి చరిత్రము

అచార్య ఎ కె నారాయణ్,

అద్యక్షులు, భారతీయ పూర్వ చరిత్ర,  
కళా-పురావస్తుశాస్త్ర శాఖ, కాలేజ్ ఆఫ్  
ఇండాలజీ, హిందూ విశ్వవిద్యాలయము,  
వారణాశి

భూగోళశాస్త్రము

11. భారతదేశ దేశపటముల గ్రంథము

డాక్టర్ ఎన్. సి. ఛటర్జీ,

డైరెక్టరు, దేశీయ అట్లాస్ సంఘము,  
కలకత్తా

12. ఆంధ్రప్రదేశ్ భూగోళము

డాక్టర్ షా మంజూర్ ఆలమ్,

డైరెక్టరు, హైద్రాబాద్ మెట్రోపాలిటన్  
రిసెర్చ్ ప్రాజెక్ట్, ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయము,  
హైద్రాబాద్.

13. వీహార్ భూగోళము

డాక్టర్ పి దయాళ్,

భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, పాట్నా  
విశ్వవిద్యాలయము, పాట్నా.

14. ఢిల్లీ భూగోళము

డాక్టర్ ఎమ్. పి రాకూర్,

భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, ప్రిన్సిపాల్,  
భగత్ సింగ్ ప్రభుత్వ కళాశాల, న్యూఢిల్లీ.

15. మధ్యప్రదేశ్ భూగోళము

డాక్టర్ కే. ఎన్. వర్మా,

భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు; ప్రభుత్వ  
టి. ఆర్. ఎస్ కళాశాల, రేవా, మధ్య  
ప్రదేశ్.

16. మహారాష్ట్ర భూగోళము

డాక్టర్ సి డి. దేశ్పాండే,

విద్యాశాఖ డైరెక్టరు, మహారాష్ట్ర ప్రభు  
త్వము, పూనా-1.

17. మైసూరు భూగోళము

డాక్టర్ ఎల్. ఎన్ భట్,

ప్రొఫెసరు, ఇండియా విషయ సంగ్రహణ  
సంస్థ, (ప్రాంతీయ సర్వేకాళి) యోజన  
భవన్, న్యూఢిల్లీ.

18. ఒరిస్సా భూగోళము

డాక్టర్ వి. ఎన్ సిన్హా,

భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, విశ్వవిద్యాలయము, ధర్వాడ

19. పంజాబు భూగోళము

డాక్టర్ ఓ పి భరద్వాజ్,

ప్రిన్సిపాలె, ప్రభుత్వ కళాశాల, యానా.

20. హరియానా భూగోళము

„ „ „ „

21. ఉత్తరప్రదేశ్ భూగోళము

డాక్టర్ ఎ. ఆర్ తివారి,

భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, నెయింట్  
జాన్స్ కళాశాల, అగ్రా.

22. జమ్ము-కాశ్మీర్ భూగోళము

డాక్టర్ ఎ. ఎన్ రెయ్నా,

భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, జి. సి. ఎమ్.  
కళాశాల, జమ్ము

23. భారతదేశపుభూగోళము

డాక్టర్ ఆర్. పి మిత్రా,

అధ్యక్షులు, పోస్టు గ్రాడ్యుయేట్ ట్రెయినింగ్ & రిసెర్చ్ సెంటర్, భూగోళశాఖ,  
మైసూరు విశ్వవిద్యాలయము.

24. భారతదేశపు నదులు

డాక్టర్ ఎస్. డి. మిత్రా.

సాంఘిక శాస్త్రము-సాంఘిక విజ్ఞానము

25. భారతదేశ ప్రజాప్రభుత్వము

ప్రొఫెసర్ వి కే ఎన్. మీనన్,

మాజీ భారతీయ ప్రభుత్వ నిర్వహణ  
సంస్థ డైరెక్టరు, న్యూఢిల్లీ.

26. భారతదేశ భాషాచరిత్రము

డాక్టర్ ఎన్. ఎమ్. కశ్రీ,

డైరెక్టరు, దక్కన్ కళాశాలా పోస్ట్  
గ్రాడ్యుయేట్ & పరిశోధన సంస్థ,  
పూనా-6

27. భారతదేశపు ప్రజలు

డాక్టర్ ఎన్. సి సిన్హా,

28. ఇండియా చట్టములు

డాక్టర్ జి ఎన్. శర్మ,

భారతీయ చట్ట సంస్థ, న్యూఢిల్లీ.

29. భారతీయ రైల్వేలు

శ్రీ ఎం. ఎ. రావ్,

మాజీ సభ్యులు, రైల్వే సంస్థ.

30. భారతదేశపు కుటీర పరిశ్రమలు,  
చేతిపనులు

డాక్టర్ ఎ. బి. మిశ్రా,

సంపదకాత్ర రీడర్, విక్రమ్ విశ్వ  
విద్యాలయము.

31. పురాతన భారతీయ ప్రజాసంస్థలు

డాక్టర్ లల్లాస్థి గోపాల్,

హిందూ విశ్వవిద్యాలయము, వారణాశి.

32. పురాతన భారతీయ వాణిజ్య  
ములు, వాణిజ్య మార్గములు

డాక్టర్ బి ఆర్ శ్రీవత్సవ,

హిందూ విశ్వవిద్యాలయము, వారణాశి.

జంతుశాస్త్రము

33. కీటకములు

డాక్టర్ ఎ. పి కపూర్,

డైరెక్టరు, భారతీయ జంతుశాస్త్ర సర్వే,  
కలకత్తా.

34. చేపలు

డాక్టర్ (మిస్) ఎం. చాండీ,

ప్రిన్సిపాల్, మిరాండా హౌస్, ఢిల్లీ  
విశ్వవిద్యాలయము, ఢిల్లీ

35. చేతిపనులు

శ్రీమతి జస్లీన్ దామిజా.

[సూచన నిషణ్ణులైన గ్రంథకర్తలతో ఇతర రచనల విషయమై సంప్రదింపులు జరుప  
బడుచున్నవి.]

## భారతదేశమూ : ప్రజలూ

### వెలువడిన పుస్తకములు

	మేలుప్రతి రూ.	సాదాప్రతి రూ.
1. పూలచెట్లు డాక్టర్ ఎమ్. ఎస్. రన్ధావా (హిందీ, మరాఠీ, బెంగాలీ భాషల లోను దొరకును)	9-50	6-50
2. అస్సాము వాఙ్మయము ఆచార్య హేమ్ బరువా (హిందీలోను దొరకును)	7-50	5-00
3. సామాన్య వృక్షములు డాక్టర్ హెచ్. సాంతపా (హిందీ, బెంగాలీ, గుజరాతీ, అరవము, మరాఠీ భాషలలోను దొరకును)	8-25	5-25
4. హిందూదేశపు పాములు డాక్టర్ పి. జె. దేవరస్ (గుజరాతీ, మరాఠీ, అరవ భాషలలోను దొరకును)	9-50	6-50
5. దేశము - మన్ను డాక్టర్ ఎస్. పి. రాయ్ చౌధరి (హిందీలోను దొరకును)	8-25	5-25
6. భారతదేశపు ఖనిజములు శ్రీమతి మెహర్ డి ఎన్. వాడియా	8-25	5-25

మేలుప్రతి సాదాప్రతి  
రూ. రూ.

- 7 పెంపుడు జంతువులు  
అచార్య హర్బన్న్ సింగ్  
(హిందీ, పంజాబీ, అరవ భాషలలోను  
దొరకును) 8-00 4-25
8. అడవులు - ఆటవిక శాస్త్రము  
శ్రీ కె. పి. సాగ్రీయ  
(హిందీ భాషలోను దొరకును) 8-50 5-25
9. రాజస్థాన్ భూగోళము  
డాక్టర్ వి. సి. మిశ్రా 8-25 6-00
10. పూలతోట  
డాక్టర్ విష్ణు న్వరూప్  
(హిందీ భాషలోను దొరకును) 9-50 6-00
11. జనాభా  
డాక్టర్ ఎస్. ఎన్. అగర్వాలా  
(హిందీ, గుజరాతీ, అరవము, ఉర్దూ,  
మలయాళ భాషలలోను దొరకును) 7-00 3-75
12. నికోబార్ దీవులు  
శ్రీ కె. కె. మాథుర్  
(హిందీ, మరాఠీ భాషలలోను దొరకును) 9-00 5-50
13. సామాన్య పక్షులు  
డాక్టర్ సరీమ్ అలీ ఆండ్  
శ్రీమతి లాయ్ ఫలే అలీ 15-00 9-00

- |   |      |      |
|---|------|------|
| 14. కాయగూరలు<br>డాక్టర్ బి. చౌధరి<br>(పంజాబీ భాషలోను దొరకును)                       | 8-25 | 5-25 |
| 15. హిందూదేశపు ఆర్థిక భూగోళము<br>ఆచార్య వి. ఎస్. గజనాథన్<br>(హిందీ భాషలోను దొరకును) | 8-25 | 5-25 |
| 16. హిందూదేశపు ప్రాకృతిక భూగోళము<br>ఆచార్య సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు                     | 8-25 | 5-25 |
| 17. ఔషధమూలికలు<br>డాక్టర్ ఎస్. కె. జెయిన్<br>(హిందీ భాషలోను దొరకును)                | 9-00 | 5-75 |
| 18. పశ్చిమబెంగాల్ భూగోళము<br>ఆచార్య ఎస్. సి. బోస్                                   | 9-00 | 6-00 |
| 19. హిందూదేశపు భూగర్భశాస్త్రము<br>డాక్టర్ ఎ. కె. డే.                                | 8-50 | 5-25 |
| 20. ఋతుపవనములు<br>డాక్టర్ సి. కె. దాస్  | 7-50 | 4-25 |
| 21. రాజస్థాన్<br>డాక్టర్ ధరమ్పాల్   | 7-75 | 4-50 |
| 22. హిందూదేశము - సామాన్య అవలోకనము<br>డాక్టర్ జార్జ్ కురియన్                         | 9-50 | 6-00 |



	మేలుప్రతి రూ.	సాదాప్రతి రూ.
23. అస్సాముయొక్క ఆదిమ ప్రజలు (సంపాదకులు) డాక్టర్ ఎస్. బర్కూటాకి	8-00	4-75
24. అస్సాము (సంపాదకులు) డాక్టర్ ఎస్. బర్కూటాకి	8-00	4-75
25. ఉత్తర హిందూదేశపు దేవాలయములు శ్రీకృష్ణదేవర్	7-50	4-00
26. స్థావరముల వ్యాఘులు డాక్టర్ ఆర్. ఎస్. మాథుర్	8-00	4-75
27. ఫలములు ఆచార్య రంజిత్ సింగ్	9-25	5-75

# జాతీయ జీవిత గ్రంథమాల

ప్రధాన సంపాదకుడు

డాక్టర్ బి. వి. కేస్కర్

ఆచార్య కె. స్వామినాథన్

శ్రీ ఎం. వి. దేశాయ్

## తయారీలోనున్న గ్రంథములు

### గ్రంథముపేరు

### రచన

1. నరసింహ మెహతా
2. నామదేవ
3. స్వామి వివేకానంద
4. స్వామి రామదాస
5. స్వామి రామతీర్థ
6. స్వామి దయానంద
7. చైతన్య
8. బాణ
9. సిద్ధరాజు
10. హుస్సేన్ ఖాన్
11. చంద్రగుప్త విక్రమాదిత్య
12. పులికే II
13. కసిష్కర్
14. ఖోజా ఐదార్
15. పృథ్వీరాజ్ వాహన్
16. నవాబు జైసింగ్
17. మౌలానా అబుల్ కలాం ఆజాద్
18. ముదనమోహన మాలవ్య
19. జి. జి. అగార్కర్
20. పురందర దాస
21. ఛాన్ సేన్
22. రామానుజన్
23. జె. సి. బాన్
24. సర్ఫోజీ భోన్స్లే
25. బసవణ్

- శ్రీ కె. కె. శాస్త్రి
- శ్రీ ఎల్. జి. జోగ్
- శ్రీ ఎ. కె. శాస్త్రి
- ఆచార్య ఎం. జి. దేశ్ముఖ్
- శ్రీ డి. ఆర్. సూద్
- శ్రీ పిరేంద్రకుమార్ సింగ్
- శ్రీ చిలివెకుమార్ ముఖర్జీ
- డాక్టర్ లల్లన్ జి. గోపాల్
- శ్రీ చినూభాయ్ జె. నాయక్
- శ్రీ సంపల్ బాబ్
- డాక్టర్ రాజ్ బలి హండే
- డాక్టర్ జైప్రకాశ్ సింగ్
- శ్రీ ఎ. కె. నారాయణ్
- శ్రీ సి. కె. ప్రసాద్
- డాక్టర్ విద్యాప్రకాశ్
- శ్రీ రాధేంద్రకంకర్ భట్
- శ్రీ మూర్తి రామ్
- శ్రీ సికాచరణ్ దీక్షిత్
- ఆచార్య జి. సి. ప్రభాస్
- శ్రీ వి. సిరామయ్య
- రామకృష్ణ జైదేవ్ సింగ్
- డాక్టర్ డి. డి. రెడ్డి
- శ్రీ ఎస్. ఎస్. బాను
- శ్రీ ఆర్. గోపినాథ్
- శ్రీ విదానందమూర్తి

## జాతీయ జీవిత గ్రంథమాల

### వెలువడిన గ్రంథములు

గ్రంథముపేరు	రచన	వెల
1 గురుగోవిందసింగ్ (మూడవముద్రణము)	డాక్టర్ గోపాల్ సింగ్	2.00
2. గురునానక్ (ద్వితీయ ముద్రణము)	డాక్టర్ గోపాల్ సింగ్	2.25
3 కపీర్	డాక్టర్ పారస్ నాథ్ తివారి	1.75
4. రహీమ్	డాక్టర్ సమర్ చహదూర్ సింగ్	2 00
5 మహారాజా ప్రదాప్ (హిందీ)	శ్రీ ఆర్. ఎస్ భట్	1.75
6 అహల్యాబాయి (హిందీ)	శ్రీ హీరాలాల్ శర్మ	1 75
7 త్యాగరాజు	ఆచార్య పి నాంబూరి	2 00
8. పండిత భత్కండే	డాక్టర్ ఎస్ ఎన్ రతన్ జంకర్	1.25
9 పండిత విష్ణుదిగంబర్	శ్రీ వి ఆర్ ఆరావళి	1 25
10. శంకరదేవ	డాక్టర్ మహేశ్ నియోగ్	2 00
11. రాణీ లక్ష్మీబాయి (హిందీ)	శ్రీ వృందావనలాల్ వర్మ	1 75
12. సుబ్రహ్మణ్య భారతి	డాక్టర్ (శ్రీమతి) ప్రేమనందకుమార్	2.25
13. హర్ష	శ్రీ వి. డి. గంగల్	1.75
14. సముద్రగుప్త (హిందీ)	డాక్టర్ లల్లన్ జీ గోపాల్	1 25
15 చంద్రగుప్తమౌర్య (హిందీ)	డాక్టర్ లల్లన్ జీ గోపాల్	1.50
16 కాశీ నస్రుల్ ఇస్లాం	శ్రీ బసుద చక్రవర్తి	2 00
17. శంకరాచార్య	ఆచార్య టి ఎం. పి మహదేవన్	2.00
18. అమీర్ ఖుస్రో	శ్రీ సయ్యద్ ఘులాం సమ్నానీ	1.75
19. నానా ఫద్దవీస్	డాక్టర్ వై ఎస్ దేవదర్	1.75
20. రంజిత్ సింగ్	శ్రీ డి ఆర్. సూద్	2 00
21. హరినారాయణ్ ఆప్టే	డాక్టర్ ఎం. ఎ. కరందికర్	1 75
22. ఆర్. జి. భండార్కర్	డాక్టర్ హెచ్. ఎ. వడ్కే	1.75
23. ముత్తుస్వామి దీక్షితర్	జన్మిన టి. ఎల్ వెంకట్రామఅయ్యర్	2.00
24. మీర్జా గాలిబ్	శ్రీ మాలిక్ రామ్	2.00
25. సూరదాస్ (హిందీ)	శ్రీ ప్రజ్ఞేశ్వర్	1.75
26. రామానుజాచార్య	శ్రీ ఆర్. పార్థసారథి	2.00
27. ఈశ్వరచంద్ర విద్యాసాగర్	శ్రీ యన్ సి. బోస్	2.00

